ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

INGENIERO INDUSTRIAL

DESARROLLO SOSTENIBLE DE UNA SALA DE PROCESO DE AVES VIVAS

Autor: Carlos Morales Polo
Director: María del Mar Cledera Castro

Madrid
Junio 2014

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN ACCESO *ABIERTO* (*RESTRINGIDO*) DE DOCUMENTACIÓN

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Carlos Morales Pdo , como alumno de la UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS (COMILLAS), **DECLARA**

que es el titular de los derechos de propiedad intelectual, objeto de la presente cesión, en relación con la obra Desarrollo sostenible de una sala de proceso de aves vivas (proyecto fin de carrera)[1], que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual como titular único o cotitular de la obra.

En caso de ser cotitular, el autor (firmante) declara asimismo que cuenta con el consentimiento de los restantes titulares para hacer la presente cesión. En caso de previa cesión a terceros de derechos de explotación de la obra, el autor declara que tiene la oportuna autorización de dichos titulares de derechos a los fines de esta cesión o bien que retiene la facultad de ceder estos derechos en la forma prevista en la presente cesión y así lo acredita.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad y hacer posible su utilización de *forma libre y gratuita* (*con las limitaciones que más adelante se detallan*) por todos los usuarios del repositorio y del portal e-ciencia, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución, de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra (a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión.

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia, el repositorio institucional podrá:

[1] Especificar si es una tesis doctoral, proyecto fin de carrera, proyecto fin de Máster o cualquier otro trabajo que deba ser objeto de evaluación académica

(a) Transformarla para adaptarla a cualquier tecnología susceptible de incorporarla a internet; realizar adaptaciones para hacer posible la utilización de la obra en formatos electrónicos, así como incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.

(b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato. .

(c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo abierto institucional, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.[2]

(d) Distribuir copias electrónicas de la obra a los usuarios en un soporte digital. [3]

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra que cede con carácter no exclusivo a la Universidad por medio de su registro en el Repositorio Institucional tiene derecho a:

a) A que la Universidad identifique claramente su nombre como el autor o propietario de los derechos del documento.

b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.

c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada. A tal fin deberá ponerse en contacto con el vicerrector/a de investigación (curiarte@rec.upcomillas.es).

d) Autorizar expresamente a COMILLAS para, en su caso, realizar los trámites necesarios para la obtención del ISBN.

---

[2] En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría redactado en los siguientes términos:

(c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo institucional, accesible de modo restringido, en los términos previstos en el Reglamento del Repositorio Institucional

[3] En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría eliminado.

d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.

b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.

c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

a) Deberes del repositorio Institucional:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.

- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.

- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.

b) Derechos que se reserva el Repositorio institucional respecto de las obras en él registradas:

- retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 6 de Junio de 2014

ACEPTA



Fdo. Carlos Morales Pdo.

Autorizada la entrega del proyecto del alumno:

Carlos Morales Polo

Fdo.: ..... Fecha: 05 / 06 / 2014.

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

María del Mar Cledera Castro

Fdo.: ..... Fecha: 5 / 06 / 2014.

V^{O} B^{O} DEL COORDINADOR DE PROYECTOS

Jose Ignacio Linares Hurtado

Fdo.: ..... Fecha: ..... / ..... / .....

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

DESARROLLO SOSTENIBLE DE UNA SALA DE PROCESO DE AVES VIVAS

AUTOR: Carlos Morales Polo

DIRECTOR: María del Mar Cledera Castro

MADRID, Mayo de 2013

DESARROLLO SOSTENIBLE DE UNA SALA DE PROCESO DE AVES VIVAS

Autor: Morales Polo, Carlos

Director: Cledera Castro, María del Mar

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

1. Introducción - Este estudio plantea y planifica dos métodos para hacer más sostenibles las salas de proceso de aves en concreto, y de productos cárnicos en general, dando solución a cuatro de los grandes problemas ambientales y energéticos de la industria avícola, como son el gran consumo de agua, la emisión de aguas residuales altamente contaminadas, el alto consumo de energía tanto eléctrica como térmica y la producción de subproductos y residuos orgánicos no valorizables.

La mejora de estos aspectos se ha llevado a cabo con dos acciones fundamentales:

- El ahorro en el consumo de agua gracias a una depuración intensiva para la reutilización total de todas las aguas de procesos.
- El aprovechamiento energético de todos los residuos generados, tanto en las acciones propias de matadero (plumas, grasas, sangre…), como cualquier otro residuo no aprovechable que pueda constituir biomasa y sea energéticamente valorable, por ejemplo los lodos de depuración.

Por ley (*Dir. 91/271/CEE*) toda industria que genere grandes cantidades de agua residual muy contaminada debe contar con una EDAR propia para poder verter los efluentes residuales al exterior. Es por ello que, partiendo de una EDAR básica, se va a idear un sistema de depuración que sea capaz de regenerar el agua y consiga obtener los niveles de calidad necesarios para poder utilizarla en todos los procesos de producción que exigen una calidad mayor (aguas de limpieza, escaldado y desplumado…), reduciendo así lo máximo posible el consumo exterior de agua.

Por otra parte, es cierto que existen una serie de mejoras técnicas disponibles (MTD) que aconsejan revalorizar energéticamente los residuos generados, y se han estudiado formas de hacerlo [MINI06, SEOA03], pero no se ha intentado implementar en ningún momento. Debido a esto se va a estudiar la manera más sencilla de revalorizar los residuos con las instalaciones ya existentes de forma que se intente reducir al máximo la dependencia energética exterior.

En un primer momento se pensó en dos soluciones separadas, totalmente distintas, por un lado una estación depuradora que asegura unos niveles de calidad de agua admisibles para la reutilización total, y por otro una pequeña central de biomasa para valorar energéticamente los residuos.

Si bien, los efluentes de agua están contaminados con una elevada carga orgánica, por lo que en los sistemas de depuración conviene incluir etapas de tratamiento biológico

anaerobio, que tiene como característica fundamental la producción de biogás, que puede valorizarse si se quema para generar energía térmica, e incluso energía eléctrica.

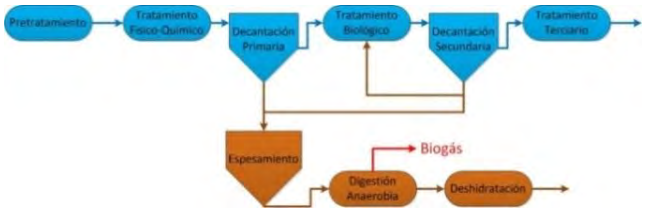


Figura 1 Esquema general de la EDAR simple. *Fuente: Elaboración propia*

Por otro lado, los residuos que se generan, (sangre, pieles, grasas, plumas…) son residuos orgánicos con un elevado nivel de humedad, que no los hace aptos para utilizarlos como biomasa en combustión directa, por lo que, para poder valorizarlos es necesario someterlos a un tratamiento previo. Una forma sencilla de valorizar biomasa residual húmeda, es someterla a digestión anaerobia, produciendo biogás y posteriormente utilizar este como combustible.

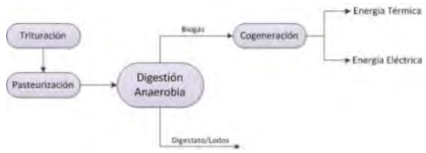


Figura 2 Esquema general de la central de biometanización. *Fuente: Elaboración propia*

Con estas dos soluciones, como se necesitan digestores anaerobios en ambos casos, surge la idea de plantear un sistema híbrido de co-digestión de aguas residuales y residuos orgánicos que depure las aguas y genere biogás a partir de los residuos no valorizados.

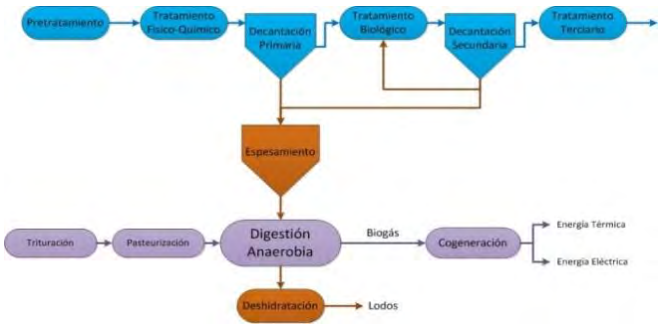


Figura 3 Esquema del sistema híbrido de co-digestión de aguas residuales y otros residuos, objeto del estudio. *Fuente: Elaboración propia*

2. Metodología - El reto consiste en idear un sistema de depuración que asegure los valores de calidad del agua necesarios para poder ser reutilizada en todos los procesos de la planta, que cuente con el menor número de etapas posibles, y sea fácil de implementar en plantas de proceso que ya dispongan de una EDAR en sus instalaciones.

El diseño de la estación de digestión de residuos se basa en un esquema básico de una central de biomasa simple, que permita la cogeneración, para así aprovechar el biogás en generación térmica y eléctrica, según la demanda y necesidad.

Todos los cálculos se han basado en experimentos realizados en plantas piloto y que recogen varios autores de reconocido prestigio y amplia experiencia en estos ámbitos [SEOA03, METC05, ISLA11].

3. Resultados y discusión –

3.1 Diseño de la EDAR capaz de regenerar el agua para su reutilización total

Se ha decidido diseñar la EDAR con un tratamiento terciario muy agresivo, al que se le añaden etapas para mejorar la calidad del efluente. Esta solución permite una fácil implementación en una planta depuradora existente, ya que únicamente es necesario añadir nuevas etapas a continuación de las ya instaladas, sin necesidad de modificar las anteriores.

Para poder conseguir este propósito se precisa que la contaminación del agua residual a tratar sea lo más constante posible, por ello se ha decidido tan solo depurar el agua procedente de las operaciones propias de matadero ($CV_{DQO} = 0{,}8$), y enviar el agua residual sanitaria ($CV_{DQO} = 2{,}21$) a alcantarillado, cuya contaminación es mucho más variable y dispar. La gran ventaja del sistema híbrido planteado es que se hace necesario aportar humedad a los residuos de la central de biodigestión. Se ha decidido enviar la corriente de la etapa de sangrado, que contiene grandes cantidades de materia orgánica ($DBO_5 \sim 60\%\ del\ total$), eliminando así de la depuración la corriente más contaminante, con lo que el proceso se vuelve mucho más eficiente.



Figura 4 Distribución de corrientes residuales. ***Fuente: Elaboración propia***

La EDAR se ha diseñado partiendo de una depuradora básica que permite el vertido del agua residual al exterior y se han añadido etapas para que el efluente de salida tenga calidad asimilable a potable y pueda ser reutilizada en diversas operaciones de la planta. Se han incluido las etapas que se muestran en la Figura 5:

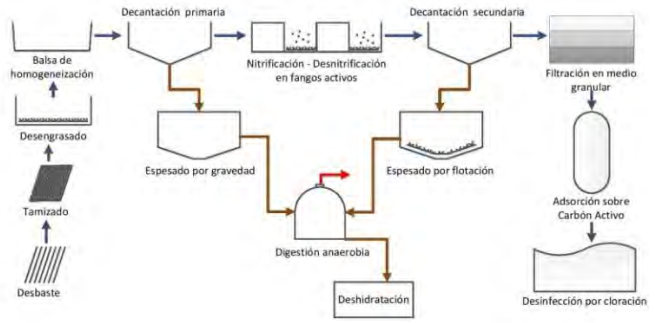


Figura 5 Esquema de la EDAR diseñada. ***Fuente: Elaboración propia***

Como ajuste final, dado que esta EDAR consta de numerosas fases de depuración y se precisa una disponibilidad rápida del agua para poder ser utilizada, se ha planteado dinamizar el proceso tratando cada corriente por separado utilizando los componentes imprescindibles. Se ha decidido dividir el pretratamiento en dos corrientes residuales con diferentes contaminaciones y se ha conseguido eliminar componentes y reducir su tamaño y necesidades más de un 50%, tal y como se muestra en la Tabla 1:

Porcentaje de reducción		
Desbaste	-	
Tamizado	26,64 %	
Desengrasado	Volumen	65,83 %
	Necesidades de aire	58,33 %

Tabla 1 Reducción conseguida con la división de corrientes. ***Fuente: Elaboración propia***

3.2 Diseño de la estación de digestión de residuos.

El diseño de la estación de digestión de residuos se basa en un esquema básico de una central de biomasa simple. Este está formado por una serie de etapas de pretratamiento que adecúan los residuos para su mejor procesado, triturando y reduciendo su tamaño para favorecer las reacciones y pasteurizándolos para higienizar el producto y hacer el proceso más seguro. A continuación se someterán a digestión y el gas producido se almacenará en un gasómetro. (Figura 6)

Se hace necesario elegir digestores de alta carga o mezcla completa (RMC) sin recirculación [IDAE07] (ya que la carga de sólidos es bastante elevada), formando un sistema de dos etapas, esto es, en uno se favorecen las reacciones de hidrólisis, y en el siguiente se digiere la materia orgánica y los ácidos resultantes de la primera digestión. De esta manera se ha aprovechado la cinética de la digestión para incrementar la producción de biogás al máximo.

Como se ha indicado anteriormente, no existe constancia en España de que se haya intentado llevar a cabo esta mejora energética, por lo que no se dispone de datos empíricos ni se tiene ninguna experiencia, sin embargo, en plantas de aguas residuales como las de Rheda (Alemania) [MINI06, METC05] y Shcwechat (Austria) [CONT09] se han realizado experimentos de co-digestión, aumentando la producción de biogás entre un 100 y 160%.

Con estos datos empíricos, y la producción de una planta, se ha calculado el biogás disponible en los residuos, que junto con el que se genera tras la digestión de los lodos de depuración, se obtiene una potencia disponible en biogás muy aprovechable, como se muestra:

	m^3 gas / ton
Residuo avícola	100 – 200
Tripería	55 – 65
Sangre	65 – 75
Restos cárnicos	300 - 350
Grasas	300 - 400

Tabla 2 Potencial de metanización de subproductos *Fuente: Adaptado de [MINI06]*

Biogás metanización	5001,875 m^3/día
Biogás exceso EDAR	185,4 m^3/día
Biogás disponible	5187,275 m^3/día
Potencia disponible	1128,72 kW

Tabla 3 Biogás y potencias disponibles generados *Fuente: Elaboración propia*

El biogás puede utilizarse como combustible para generar energía térmica, eléctrica, o ambas mediante cogeneración. Se ha decidido cubrir en primer lugar las necesidades térmicas de la depuradora y de ciertas operaciones de la planta como escaldado con ayuda de calderas en las que se quema el biogás, y en segundo lugar, con el biogás sobrante (en caso de existir) cubrir en la medida de lo posible las necesidades de energía eléctrica utilizando como generador un motor de combustión interna (MCIA).

Esta decisión se ha basado en estudios de viabilidad que han demostrado que resulta más rentable emplear el biogás como fuente de energía térmica en vez de eléctrica, principalmente por la simplicidad y precio de la instalación.

	E. Eléctrica	E. Térmica	Cogeneración
VAN [M€]	0,410	0,740	0,194
TIR [%]	9,2	14,3	6

Tabla 4 Ratios económicos para diferentes modelos de plantas. *Fuente: Elaboración propia*

La instalación se ha diseñado tal y como se muestra en Figura 6:

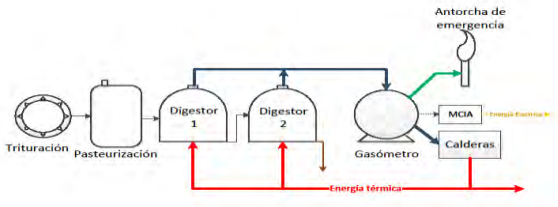


Figura 6 Esquema de la central de digestión diseñada. *Fuente: Elaboración propia*

5. Conclusiones -

- Se ha dado solución a cuatro grandes problemas ambientales con un único sistema híbrido que integra las funciones de depuración y valorización de residuos mediante biometanización.
- Este sistema es totalmente novedoso y se espera que sea objeto de futuros estudios.
- La línea de depuración permite un reciclado total del agua, minimizando así el consumo exterior y reduciendo enormemente la emisión de aguas residuales, reduciendo estos aspectos ambientales.
- Se espera crear un ejercicio de concienciación y de cambio de ley, ya que no se permite el uso de agua reutilizada en la industria alimentaria, pero se ha demostrado que pueden obtenerse parámetros que aseguran la seguridad sanitaria en una instalación dentro de la misma planta.
- Se han valorizado prácticamente la totalidad de los residuos, utilizándolos como una fuente de energía disponible, reduciéndose así estos dos aspectos clave.
- El sistema de co-digestión se ha diseñado para que sea fácil de implantar. Las únicas modificaciones frente a una EDAR tradicional son un sistema terciario muy agresivo y los elementos de la central de cogeneración, por lo que con añadir estas últimas etapas al proceso de una depuradora existente sería suficiente.
- El sistema híbrido aporta ventajas que hacen más eficiente tanto la línea de depuración como la línea de biometanización que, si se instalaran por separado, no podrían aprovecharse:
    - Se hace necesaria la separación de corrientes ilustrada en Figura 4, lo que provoca separar de la depuración la corriente más contaminante, y se aprovecha esta en la producción de energía.
    - En la línea de metanización se digieren conjuntamente lodos de depuración y residuos, aprovechando la sinergia que se crea en la producción de biogás.

6. Referencias -

[MINI06] Ministerio de medio ambiente, *Guía de Mejoras Técnicas Disponibles en España del Sector Matadero y de los Transformados de Pollo y Gallina,* (2006).

[SEOA03] Mariano Seoánez Calvo, *Manual de tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias*, (2003).

[METC05] Metcalf & Eddy, *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento vertido y reutilización*, (2005).

[ISLA11] Ricardo Isla de Juana, *Proyectos de tratamiento de aguas. Aguas de proceso, residuales y de refrigeración*, (2011).

[CONT09] Alfonso Contreras López y Mariano Molero Meneses, *Ciencia y tecnología del medio ambiente*, (2009).

[IDAE07] IDAE, *Biomasa. Digestores anaerobios*, (2007).

[CONS11] Consejería de economía, innovación y ciencia de Andalucía. *Estudio básico del biogás*, (2011)

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF POULTRY PROCESSING PLANTS

Author: Morales Polo, Carlos

Supervisor: Cledera Castro, María del Mar

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

EXECUTIVE SUMMARY

1. Introduction - This study presents and plans two methods to make the poultry processing plants in particular and the meat factory in general more sustainable. This provides a solution to the four major environmental and energy problems in the poultry industry: (a) high water consumption, (b) emissions from excessively contaminated wastewater, (c) intensive consumption of electric and thermic energy. (d) Production of non-recoverable by-products and organic waste.

These aspects have been improved through two key actions:

- The saving of water consumption thanks to an intensive treatment of the water in order to attain the complete reuse of all process water.
- The energy use of all waste generated both by the own processes of the slaughtering plant (feathers, grease, blood…) and any other non-reusable waste that may create biomass and could be considered valuable for energy purposes, such as the process sludge.

By law (*Dir. 91/271/CEE*), all industries that generate large quantities of excessively contaminated wastewater must own a WWTP in order to release all residual effluents. This is why, starting from a basic WWTP model, we will create a wastewater treatment process that will be capable of regenerating water and meets the water quality standards so as to use it in all processes of production that require a higher quality (cleaning water, scalding, plucking…) which will subsequently reduce the external water consumption as much as possible.

On the other hand, it is true that there are currently a series of technical improvements known as Best Available Techniques (BAT), that recommend the energetic revaluation of all generated waste. Ways of doing so have already been studied [MINI06,SEOA03], but they have never been implemented. Consequently, the simplest way to revaluate the waste with the existing facilities, so as to reduce as much as possible the external energy dependence, will be studied.

Initially, two separated and totally different solutions were cogitated. The first one was using a WWTP that met the adequate water quality standards in order to ensure the water's complete reuse. The other solution consisted on a small biomass power plant capable of converting the waste into energy.

The water effluents are contaminated with a high organic load. As a result, it is convenient to include anaerobic biological processes in the WWTP. Its key feature is biogas production, which can be used, if burnt, as a source of thermal and electrical energy.

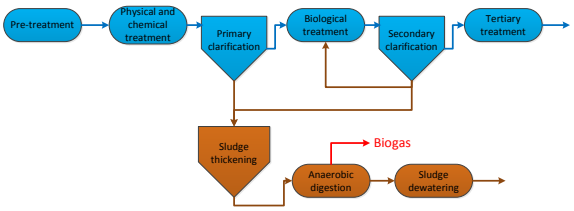


Figure 1 General scheme of a simple WWTP. *Source: Prepared by the author*

Conversely, the waste that is generated (blood, skin, grease, feathers, etc.) is organic and possesses a high level of humidity. As a result, it becomes unsuitable to be used as direct combustion biomass. Consequently, in order to be converted into energy, a previous treatment is needed. The simplest way to valorise wet residual biomass is to subject it to a process of anaerobic digestion (AD). This will result in biogas production and its subsequent use as fuel.

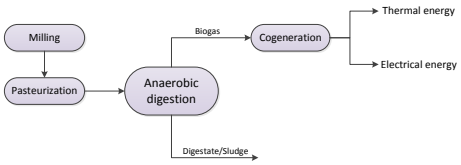


Figure 2 General scheme of a biomethanation plant. *Source: Prepared by the author*

As both solutions require the utilization of anaerobic digesters, the idea to set up a hybrid co-digestion system of waste-water and waste that would allow water to be treated and at the same time, producing biogas from non-recoverable wastes came to be an optimal and innovative idea.

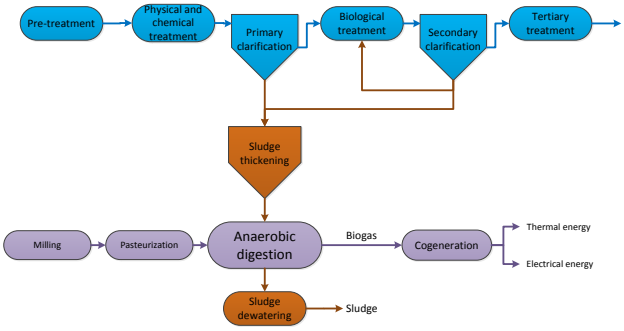


Figure 3 Scheme of the hybrid co-digestion system of waste-water and waste. *Source: Prepared by the author*

2. Methodology- The challenge is to set up a purification system that ensures that the quality standards are met in order to reuse it in most plant processes. In addition, it must have the least possible number of stages and be easy to implement in processing plants with an existing WWTP in their facilities.

The design of the digestion plant is based on the scheme of a basic biomass power plant that allows cogeneration, so as to make use of the biogas in thermal and electric generation according to the demand and needs.

All calculations have been based on experiments carried out in pilot plants and recognize the numerous works of prestigious and experienced authors in this field. [SEOA03, METC05, ISLA11]

3. Results and discussion -

3.1 Design of a WATP capable of regenerating water for its complete reuse

The design of the WWTP will be based on an aggressive tertiary system in which new stages are added in order to improve the effluent´s quality. This solution allows easy implementation inside of an existing water purification plant as it only requires the addition of new processing stages in addition to the existing ones, without having to modify any existing equipment.

To accomplish the purpose envisaged, it is specified that the contamination of the waste-water must be as constant as possible. That is why it has been decided to only purify the water from the slaughtering process ($CV_{DBO} = 0{,}8$), and send the sanitary waste-water ($CV_{DBO} = 2{,}1$), which contamination is much more variable and disparate, to the sewage system. The great advantage of the hybrid system is that it compels to add humidity to the wastes of the biodigestion plant. Consequently, it has been decided to send the wastewater current from the bleeding stage, which contains high quantities of organic matter ($DBO_5 \sim 60\ \%\ of\ total$), to the biomass plant. Through this process, the most heavily contaminated current is eliminated from the purification processes. That is why it becomes more efficient.

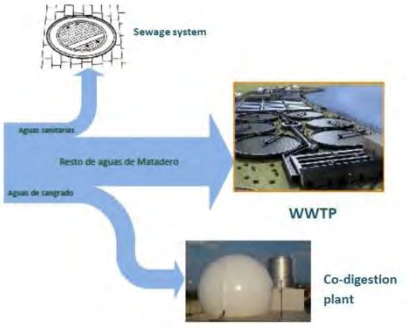


Figure 4 Distribution of residual currents. *Source: Prepared by the author*

The WWTP has been designed from a basic purification plant that allows the discharge of wastewater to the exterior, and New stages have been added so that the exit effluent has a quality that can be equated with potable and can be reused in different plant operations. The stages that have been included are shown in Figure 5.

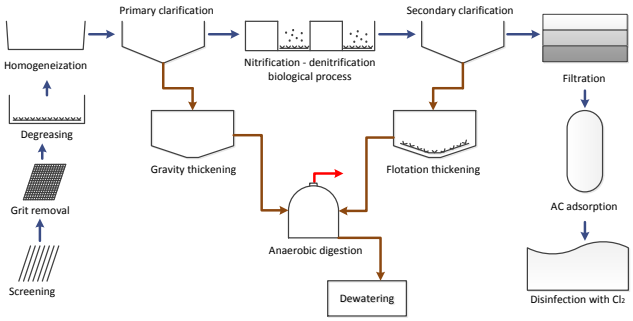


Figure 5 Design of the planned WWTP. *Source: Prepared by the author.*

As a final adjustment and given the fact that this WWTF has numerous purification stages and that a prompt availability of water is needed, it has been decided to dynamise the process by treating each current separately through the utilization of the most indispensable components. The preliminary treatment has been divided into two wastewater flows with different levels of contamination. Thus, some elements have been eliminated and the size and energy needs of the remaining ones have been reduced up to 50%:

Percentage of reduction		
Sceening	-	
Grit removal	26,64 %	
Degreasing	Volume	65,83 %
	Air needs	58,33 %

Table 1 Percentage of reduction obtained with the current division. *Source: Prepared by the author*

3.2 Design of the waste digestion plant

The design of the digestion plant is based on a simple scheme of a basic biomass power plant. This consists of a series of pretreatment stages that adequate the wastes for a better processing, milling, and reducing its size to favor the reactions and pasteurizing them to sanitize the product and make the process safer. After that, they will be subject to digestion and the produced biogas will be stored in a gasometer. (Figure 6)

It is necessary to select Continuous stirred-tank reactors (CSTR) without recirculation [IDAE07], (because the incoming solids load is considerably high), forming a two-stage system. In the first digester, the hydrolysis reactions are improved, whilst on the second one, the organic matter and acids arising from the first are digested. In this way, the digestion's kinetics is taken advantage of in order to maximize the production of biogas.

As previously stated, there are no records of this technological improvement being carried out in Spain. As a result, there is a lack of empirical data and experiences. However, in Rheda's (Germany) [MINI06, METC05] and Schewechat's (Austria) [CONT09] waste-water treatment plants, experiments of co-digestion have been carried out. These have resulted in an increase of 100% and 160% in biogas production.

On the basis of this empirical data and the production rate of a plant, the available biogas from the waste has been calculated. In addition to the biogas generated after the sludge digestion process, the available power obtained is very profitable, as shown in the tables below:

	$m^3 gas/_{ton}$
Poultry waste	100 – 200
Viscera and entrails	55 – 65
Blood	65 – 75
Meat waste	300 - 350
Grease	300 - 400

Table 2 Methanation potential of by-products.
Source: Adapted from [MINI06]

Biogas from waste methanation	5001,875 m^3/día
Biogas from WWTP	185,4 m^3/día
Available biogas	5187,275 m^3/día
Available power	1128,72 kW

Table 3 Available biogas and power produced by methanation
Source: Prepared by the author

The biogas can be used as fuel to generate thermal, electrical energy or both through cogeneration. Firstly, it has been decided to cover the thermal requirements of the WWTP and some other plant operations, such as the scalding stage by using boilers and heaters. Secondly, the remaining biogas (if it exists), will be used to cover as much as possible the electrical requirements though the utilization of an Internal Combustion Engine (RICE) as generator.

This decision has been made based on viability surveys that have demonstrated that it is more profitable to use biogas as a source of thermal energy instead of electrical energy, fundamentally because of its simplicity and the cheaper cost of the facility.

	Electric. E	Thermal E.	Cogeneration
NPV [M€]	0,410	0,740	0,194
IRR [%]	9,2	14,3	6

Table 4 Economic ratios for different plants.
Source: Prepared by the author

The installation has been designed as shown on Figure 6

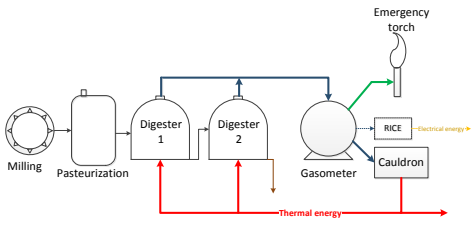


Figure 6 Design of the biomethanation plant. *Source: Prepared by the author*

5. Conclusions -

- A solution has been given to the four major environmental problems through the creation of a hybrid system that combines the wastewater purification and revaluation functions via biomethanation.
- This system is completely novel and, as such, it is expected to be a subject of future studies.
- The purification line allows the total reuse of the water, minimizing the external consumption and considerably reducing the emission of wastewater.
- It is expected to raise awareness and change the laws, as the re-use of recycled water in the food industry is currently not permitted. However, it has been shown that parameters that ensure health safety in a facility within the same plant can be obtained.
- The system essentially recovers all of the waste by using it as a source of energy, reducing as a result these two key environmental aspects.
- The co-digestion system is easy to implant. An aggressive tertiary treatment and the elements of the cogeneration plant are the only modifications that need to be made to the WWTP, and only by adding these new parts to the final process, there is no need to make any further changes to the rest of the plant.
- The hybrid system involves advantages that make more efficient both the line of purification and biomethanation. If these were installed separately, they could not be harnessed.
    - The separation of currents (Figure 4) is necessary. This leads to the split of the most contaminated current from the one which is taken advantage of during the energy production.
    - In the methanation line, the treatment sludge and the wastes are digested at the same time. Thus, the synergy that is created through the production of biogas is exploited.

6. References -

[MINI06] Ministerio de medio ambiente, *Guía de Mejoras Técnicas Disponibles en España del Sector Matadero y de los Transformados de Pollo y Gallina,* (2006).
[SEOA03] Mariano Seoánez Calvo, *Manual de tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias*, (2003).
[METC05] Metcalf & Eddy, *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento vertido y reutilización*, (2005).
[ISLA11] Ricardo Isla de Juana, *Proyectos de tratamiento de aguas. Aguas de proceso, residuales y de refrigeración*, (2011).
[CONT09] Alfonso Contreras López y Mariano Molero Meneses, *Ciencia y tecnología del medio ambiente*, (2009).
[IDAE07] IDAE, *Biomasa. Digestores anaerobios*, (2007).
[CONS11] Consejería de economía, innovación y ciencia de Andalucía. *Estudio básico del biogás*, (2011).

DOCUMENTO I

MEMORIA

Índice

I. Memoria **17**

1. Introducción **19**

1.1. El sector cárnico avícola . . . 19
1.1.1. La importancia del sector en Europa y España . . . 19
1.2. Procesos de matadero y despiece . . . 20
1.2.1. Recepción y espera . . . 22
1.2.2. Colgado . . . 22
1.2.3. Aturdimiento . . . 23
1.2.4. Desangrado . . . 24
1.2.5. Escaldado . . . 25
1.2.6. Desplumado . . . 25
1.2.7. Evisceración . . . 26
1.2.8. Descolgado . . . 27
1.2.9. Lavado de canales . . . 27
1.2.10. Colgado . . . 27
1.2.11. Enfriamiento . . . 27
1.2.12. Clasificación . . . 28
1.2.13. Encajado . . . 28
1.2.14. Despiece . . . 29
1.2.15. Envasado . . . 30
1.2.16. Etiquetado . . . 30
1.2.17. Refrigeración y congelación . . . 30

2. Gestión ambiental, emisión y consumo **31**

2.1. Normativa sobre gestión ambiental . . . 31
2.2. Valores actuales de emisión y consumo . . . 31
2.2.1. Consumo de recursos . . . 31
2.2.1.1. Consumo de energía (eléctrica y térmica) . . . 32
2.2.1.2. Consumo de agua . . . 33
2.2.2. Emisión de contaminantes . . . 37
2.2.2.1. Emisiones atmosféricas . . . 37
2.2.2.2. Olores . . . 38
2.2.3. Características de las aguas residuales . . . 38
2.2.3.1. Tipos de afluentes de aguas residuales . . . 39
2.2.3.2. Fuentes de contaminación de las aguas residuales . . . 40
2.2.3.3. Parámetros de control utilizados para caracterizar las aguas residuales . . . 41
2.2.3.4. Valores típicos de contaminación de un agua residual . . . 42
2.2.4. Residuos y subproductos generados en la industria avícola . . . 42
2.2.4.1. Subproductos generados . . . 42
2.2.4.2. Residuos producidos en una planta de proceso . . . 43

2.3. Resumen y decisión final 45

3. Objeto del proyecto: Soluciones propuestas 47
3.1. Factores a controlar 47
3.2. Primeras soluciones propuestas 47
3.2.1. Reducción del consumo de agua y emisión de aguas residuales. EDAR capaz de regenerar las aguas residuales para su reutilización en los procesos de la planta 47
3.2.2. Reducción del consumo de energía externa y de emisión de residuos y subproductos no utilizables 49
3.3. Solución definitiva: Sistema híbrido de co-digestión de aguas residuales y otros residuos 52

4. Estado del Arte: Novedad del proyecto en España 55
4.1. Reutilización de aguas regeneradas 55
4.1.1. Legislación actual sobre calidad, depuración y reutilización de aguas en la industria alimentaria 56
4.1.2. Problemas con la legislación actual. Necesidad de cambio 57
4.1.3. Otros proyectos relativos a la reutilización de aguas 57
4.1.4. Diferencias con el proyecto en cuestión. ¿Por qué constituye una novedad? 58
4.2. Biometanización de residuos 59
4.2.1. Plantas de biodigestión existentes 60
4.2.2. Problemas con las plantas de biometanización actuales 61
4.2.3. Diferencias con el proyecto en cuestión 61
4.3. Sistema híbrido de co-digestión 62
4.3.1. La co-digestión y el sistema híbrido de co-digestión 62
4.3.2. Experiencias de co-digestión en España 62
4.3.3. Diferencias con el proyecto en cuestión. ¿Por qué constituye una novedad? 63

5. Diseño de la EDAR capaz de regenerar el agua residual para uso potable 65
5.1. Criterio de diseño. Evaluación y decisión 66
5.1.1. Posibles criterios de diseño 66
5.1.2. Decisión argumentada del criterio de diseño 66
5.2. Método de diseño 67
5.3. Selección de las corrientes a depurar 67
5.3.1. Cambios en el diseño 68
5.3.2. Ventajas de la decisión 68
5.4. Diseño de la EDAR BASE 69
5.4.1. Análisis de la contaminación. Etapas necesarias. 69
5.4.1.1. Niveles de contaminación de entrada (agua residual bruta) 70
5.4.1.2. Niveles de contaminación de salida (admisibles para vertido) 70
5.4.1.3. Selección de procesos necesarios 70
5.4.1.3.1. Biodegradabilidad del agua (DBO_5 y DQO) 70
5.4.1.3.2. Sólidos en suspensión (Turbidez) (SST y SSV) 71
5.4.1.3.3. Aceites y grasas (AyG) 72
5.4.1.3.4. 5.4.1.3.4 Nitrógeno y fósforo (NTK y P) 72
5.4.1.3.5. Otros factores 73
5.4.2. Selección de las etapas 73
5.4.2.1. Método general de selección de etapas 74
5.4.2.1.1. Esquema de selección del pretratamiento 74
5.4.2.1.2. Esquema de selección del tratamiento primario 75

5.4.2.1.3. Esquema de selección del tratamiento secundario . . . 75
5.4.2.1.4. Esquema de selección del tratamiento terciario . . . 76
5.4.2.1.5. Esquema de selección de la linea de fangos . . . 77
5.4.2.2. Etapas del pretratamiento . . . 78
5.4.2.3. Etapas del tratamiento primario . . . 79
5.4.2.4. Etapas del tratamiento secundario o biológico . . . 79
5.4.2.5. Etapas del tratamiento terciario o avanzado . . . 81
5.4.2.6. Componentes de la línea de fangos . . . 82
5.4.2.7. Solución . . . 83
5.4.3. Validación de la solución . . . 83
5.5. Diseño de la EDAR ampliada . . . 84
5.5.1. Usos establecidos para el agua regenerada . . . 85
5.5.2. Directrices para la elección de las etapas . . . 86
5.5.3. Directrices establecidas para la selección de etapas en usos potables . . . 87
5.5.4. Selección de las nuevas etapas para la EDAR ampliada . . . 88
5.5.5. Solución . . . 89
5.5.6. Validación de la solución . . . 90
5.6. Esquema de la EDAR final diseñada para el proyecto . . . 91
5.7. Tamaño y dimensiones de los elementos . . . 92
5.7.1. Necesidad de establecer un sistema estandarizado de dimensionamiento . . . 92
5.7.2. Resultados de cálculo de dimensiones para los elementos de la EDAR de estudio . . . 92
5.7.2.1. Caudal de diseño y caudal punta . . . 93
5.7.2.2. Desbaste . . . 93
5.7.2.3. Tamizado . . . 93
5.7.2.4. Desengrasado . . . 94
5.7.2.5. Balsa de homogeneización . . . 94
5.7.2.6. Decantación primaria . . . 94
5.7.2.7. Nitrificación-Desnitrificación en fangos activos . . . 94
5.7.2.8. Decantación secundaria . . . 96
5.7.2.9. Filtración en medio granular (Arena/Antracita/Granate) . . . 96
5.7.2.10. Adsorción sobre Carbón Activo . . . 96
5.7.2.11. Desinfección por cloración . . . 97
5.7.2.12. Espesado de fangos por flotación . . . 97
5.7.2.13. Espesado de fangos por gravedad . . . 97
5.7.2.14. Digestión anaerobia . . . 97

6. Ajuste e innovación final de la EDAR. Dinamizar el proceso 99
6.1. Fundamentos de la innovación. Ventajas y limitaciones . . . 99
6.2. Aplicación al caso de estudio . . . 101
6.2.1. Estudio de la contaminación de cada corriente . . . 101
6.2.2. División de corrientes y justificación . . . 103
6.2.2.1. División del tratamiento terciario . . . 103
6.2.2.2. División del tratamiento secundario o biológico . . . 103
6.2.2.3. División del tratamiento primario o físico-químico . . . 103
6.2.2.4. División del pretratamiento . . . 103
6.2.3. Cálculo de las nuevas contaminaciones y caudales . . . 104
6.2.3.1. Corriente 1 (Sin contaminación de AyG) . . . 104
6.2.3.2. Corriente 2 . . . 105
6.2.4. Redimensionamiento de los elementos. Resultados. . . . 105

6.2.4.1. Corriente 1 . . . 105
6.2.4.2. Corriente 2 . . . 106
6.2.5. Comparación y conclusiones . . . 106

7. Diseño de la estación de digestión de residuos 109
7.1. Fundamentos de la innovación. Ventajas y limitaciones. . . . 109
7.1.1. Fases y procesos de la digestión anaerobia . . . 110
7.1.2. Población bacteriana . . . 112
7.1.2.1. Cinética del crecimiento y decaimiento bacteriano . . . 112
7.1.2.2. Factores a controlar para el buen desarrollo bacteriano . . . 114
7.1.3. Producción de metano en función de la eliminación de DQO . . . 114
7.1.3.1. Ejemplo: Producción de metano con glucosa: . . . 114
7.1.3.2. Decisión entre operar con temperaturas termófilas o mesófilas . . . 115
7.2. El biogás . . . 116
7.2.1. Composición del biogás . . . 116
7.2.2. Poder calorífico del biogás . . . 116
7.2.3. Equivalencias del biogás con otros combustibles fósiles . . . 117
7.2.4. Usos del biogás . . . 117
7.2.5. Estimación de la producción de biogás tras la digestión de residuos . . . 118
7.2.5.1. Aplicación al caso de estudio . . . 119
7.3. Biogás y potencias disponibles en el caso de estudio . . . 119
7.3.1. Biogás disponible . . . 120
7.3.2. Potencia disponible . . . 121
7.4. Tipos de reactores . . . 121
7.4.1. Reactor de mezcla completa sin recirculación (RMC) . . . 121
7.4.2. Reactor de mezcla completa con recirculación (RMCr) . . . 122
7.4.3. Reactor discontinuo o de baja carga . . . 123
7.4.4. Reactor de lecho fijo (filtros anaerobios) . . . 124
7.4.5. Reactores de lecho rotativo (biodiscos anaerobios) . . . 125
7.4.6. Reactores de biomasa suspendida o manto de lodos (UASB) . . . 126
7.5. Combinación de sistemas . . . 126
7.5.1. Sistemas de dos etapas . . . 126
7.5.2. Sistemas de dos fases . . . 127
7.6. Selección de digestores y combinación . . . 128
7.6.1. Digestor . . . 128
7.6.2. Combinación . . . 128
7.7. Dimensionado de los digestores . . . 128
7.7.1. Necesidades de humedad y cantidad mínima de residuo . . . 128
7.7.1.1. Ventajas de incorporar la corriente de sangrado a la línea de metanización. Novedad del sistema híbrido de co-digestión. . . . 129
7.7.2. Conceptos previos al diseño del reactor . . . 129
7.7.2.1. Carga orgánica volumétrica COV . . . 129
7.7.2.2. Carga hidráulica volumétrica CHV . . . 130
7.7.2.3. Factor limitante para el diseño . . . 130
7.7.2.4. Velocidad ascensional . . . 130
7.7.3. Diseño del reactor . . . 131
7.7.3.1. Diagrama de flujo básico para el diseño por caudal del reactor . . . 131
7.7.3.2. Limitaciones constructivas . . . 132
7.7.3.3. Resultados de dimensionamiento . . . 132
7.8. Diseño de la estación . . . 133

7.8.1. Posibles usos y diseños de la estación de digestión . . . 133
7.8.1.1. Generación eléctrica exclusiva . . . 133
7.8.1.2. Generación térmica exclusiva . . . 134
7.8.1.3. Co-generación . . . 134
7.8.2. Decisión y diseño final . . . 134

8. Conclusiones **137**

Bibliografía **138**

II. Anexos **141**

A. Anexo 1: Tecnologías disponibles en depuración **143**
A.1. Pozo de gruesos . . . 143
A.2. Desbaste . . . 143
A.3. Tamizado . . . 144
A.4. Desarenado-Desengrasado . . . 145
A.5. Balsa de homogeneización . . . 146
A.6. Decantadores. Primario y Secundario . . . 147
A.7. Decantación mejorada químicamente: Coagulación, Floculación, Decantación (CFD) . . . 148
A.8. Tratamiento biológico por fangos activos . . . 149
A.9. Tratamiento biológico por filtros biológicos o lechos bacterianos . . . 150
A.10. Tratamiento biológico por biodiscos . . . 150
A.11. Lagunaje . . . 151
A.12. Lechos de turba . . . 152
A.13. Humedales artificiales . . . 153
A.14. Eliminación de nitrógeno por Nitrificación-Desnitrificación en el biológico . . . 154
A.15. Filtración en medio granular (Arena/Antracita/Granate) . . . 154
A.16. Adsorción sobre Carbón Activo . . . 155
A.17. Intercambio Iónico . . . 156
A.18. Eliminación orgánica del fósforo . . . 156
A.19. Desinfección por cloración . . . 157
A.20. Desinfección por dióxido de cloro . . . 157
A.21. Desinfección por cloraminas . . . 157
A.22. Desinfección por ozono (O_3) . . . 158
A.23. Desinfección por radiación ultravioleta . . . 158
A.24. Espesamiento de lodos por gravedad . . . 158
A.25. Espesamiento de lodos por flotación . . . 159
A.26. Estabilización química de lodos . . . 160
A.27. Digestión aerobia de lodos . . . 160
A.28. Digestión anaerobia de lodos . . . 161
A.29. Filtros de bandas . . . 162
A.30. Filtros prensa . . . 162
A.31. Centrífugas . . . 162
A.32. Eras de secado . . . 163

B. Anexo 2: Dimensionado de los elementos de depuración **165**
B.1. Caudales para diseño . . . 165
B.2. Contaminación para diseño . . . 169
B.3. Dimensionado de Desbaste . . . 171
B.4. Dimensionado de Tamizado . . . 173

B.5. Dimensionado de Desengrasado 175
B.6. Dimensionado de Balsa de Homogeneización 177
B.7. Dimensionado de Decantador Primario 180
B.8. Dimensionado de Tratamiento biológico Fangos Activos 183
B.9. Dimensionado de Nitrificación-Desnitrificación en Fangos Activos 186
B.10. Dimensionado de Decantador Secundario 192
B.11. Dimensionado de Filtración en medio granular (Arena/Antracita/Granate) . . . 194
B.12. Dimensionado de Adsorción sobre Carbón Activo 197
B.13. Dimensionado de Desinfección por Cloración 199
B.14. Dimensionado de Espesado por Gravedad 201
B.15. Dimensionado de Espesado por Flotación 203
B.16. Dimensionado de Digestión Anaerobia de Lodos 205

C. Anexo 3: Balance de masas en un digestor anaerobio de mezcla continua RMC 209
C.1. Simplificación para estado estacionario 210
C.2. Reactores RMC conectados en serie 210

D. Anexo 4: Análisis de viabilidad para las posibles soluciones de usos de biogás 213
D.1. Biogás como fuente eléctrica exclusiva 213
D.2. Biogás como fuente térmica exclusiva 216
D.3. Biogás como fuente de co-generación 219

III. Normativa y Legislación 223

REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. 225

REAL DECRETO 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. 244

Directiva 91 271 CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales 268

REAL DECRETO 833/1988 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos. 285

REAL DECRETO 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio. 314

Índice de figuras

1. Producción de carne en la UE. *Fuente: FAO,2003* 19
2. Producción y consumo de carne en España. *Fuente: [MINI06]* 20
3. Diagrama de flujo de los procesos en mataderos y salas de despiece. *Fuente: Elaboración propia* 21
4. Sala de recepción y espera 22
5. Operación de colgado 23
6. Aturdimiento eléctrico de aves 24
7. Desangrado de aves 24
8. Escaldado de aves 25
10. Eviscerado de canales 26
11. Lavado de canales con ducha 27
12. Proceso de enfriamiento en cámara de refrigeración 28
13. Sala de clasificación y encajado 29
14. Sala de despiece de aves 29
15. Gráfico de la variabilidad del consumo de agua en una planta de proceso. *Fuente: Elaboración propia* 33
16. Diagrama de flujo de los puntos de consumo de agua en las operaciones de una sala de proceso *Fuente: Elaboración propia* 36
17. Imagen de un agua residual cruda (sin tratar) de un matadero avícola 39
18. Esquema de los distintos tipos de afluentes residuales en un matadero avícola. *Fuente: Elaboración propia* 39
19. Proporción de los distintos caudales de efluentes residuales en un matadero y planta de proceso. *Fuente: Adaptado de la bibliografía* 40
20. Diagrama de flujo de los puntos de generación de subproductos y residuos en el proceso productivo de una sala de proceso. *Fuente: Elaboración propia* 44
21. Ciclo de agua potable-residual-potable. *Fuente: Elaboración propia* 48
22. Esquema general de una EDAR simple. *Fuente: Elaboración propia* 48
23. Clasificación de los distintos tipos de biomasa existentes. *Fuente: Elaboración propia. Adaptado de la bibliografía* 50
25. Esquema del proceso de metanización de residuos. *Fuente: Elaboración propia* . . . 50
24. Sistemas de valorización de la biomasa. *Fuente: Elaboración propia. Adapatado de la bibliografía* 51
26. Esquema del sistema híbrido de co-digestión de aguas residuales y otros residuos a desarrollar en el proyecto. *Fuente: Elaboración propia* 52
27. Ejemplo de una EDAR para reutilización de aguas residuales URBANAS. *Fuente: [METC05]* 58
28. Ejemplo de una EDAR para reutilización de aguas residuales URBANAS en *Orange County Water District, California*. *Fuente: [METC05]* 59
29. Tratamiento básico para la producción de biogás. *Fuente: [MINI06]* 60

30. Imagen de una central de biogás 61
31. Ciclo de agua residual-potable realizado dentro de la misma planta de proceso. *Fuente: Elaboración propia* 65
32. Diagrama de flujo del método de diseño de la EDAR del proyecto. *Fuente: Elaboración propia* 67
33. Diagrama y selección de las corrientes residuales a depurar. *Fuente: Elaboración propia* 68
34. Diagrama de flujo del método de diseño de la EDAR base. *Fuente: Elaboración propia* 69
35. Esquema de selección de las etapas para pretratamiento. *Fuente: Elaboración propia* 74
36. Esquema de selección de las etapas para tratamiento primario. *Fuente: Elaboración propia* 75
37. Esquema de selección de las etapas para tratamiento secundario. *Fuente: Elaboración propia* 75
38. Esquema de selección de las etapas para tratamiento terciario. *Fuente: Elaboración propia* 76
39. Esquema de selección de las etapas para linea de fangos. *Fuente: Elaboración propia* 77
40. Rendimientos y tiempos de retención típicos en digestores anaerobios 80
41. Diseño final de la EDAR base. *Fuente: Elaboración propia* 83
42. Diagrama de flujo del diseño de la EDAR ampliada. *Fuente: Elaboración propia* . . 84
43. Método de diseño específico para la nueva EDAR ampliada. *Fuente: Elaboración propia* 87
44. Esquema de la solución de la EDAR completa. *Fuente: Elaboración propia* 90
45. Esquema de la EDAR final diseñada para el proyecto. *Fuente: Elaboración propia* . 91
46. Canal de Nitrificación-Desnitrificación 95
47. Sistema de depuración tradicional. Sin el ajuste planteado. *Fuente: Elaboración propia* 99
48. Sistema de depuración con el ajuste planteado.*Fuente: Elaboración propia* 100
49. Ventaja principal que aporta el ajuste planteado. *Fuente: Elaboración propia* 101
50. Diagrama de flujo sobre el método de aplicación del ajuste planteado. *Fuente: Elaboración propia* 101
51. Principal mejora obtenida con el ajuste final. Eliminación de una etapa de desengrasado. *Fuente: Elaboración propia* 107
52. Esquema general de la digestión anaerobia. *Fuente: Elaboración propia* 110
53. Proceso y fases de la digestión anaerobia.*Fuente: Elaboración propia, adaptado de [IDAE07]* 111
54. Composición general del biogás. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía*116
55. Equivalencia del biogás con otros combustibles fósiles habituales. *Fuente: [IDAE07]* 117
56. Principales usos para el biogás. *Fuente: Elaboración propia* 118
57. Reactor de mezcla completa y continua sin recirculación. *Fuente: Elaboración propia* 122
58. Reactor de mezcla completa y continua con recirculación. *Fuente: Elaboración propia* 123
59. Reactores discontinuos o de baja carga. *Fuente: Elaboración propia* 124
60. Reactor de lecho fijo (filtros anaerobios). *Fuente: Elaboración propia* 125
61. Reactores de lecho rotativo (biodiscos anaerobios). *Fuente: Elaboración propia* . . . 125
62. Reactores de biomasa suspendida o manto de lodos (UASB). *Fuente: Elaboración propia* 126
63. Sistema de reactores de dos etapas. *Fuente: Elaboración propia* 127
64. Sistema de reactores de dos fases. *Fuente: Elaboración propia* 127
65. Factor limitante para el diseño del reactor biológico anaerobio. *Fuente: Adaptado de la bibliografía* 130
66. Diagrama de flujo básico para el diseño por caudal del reactor. *Fuente:[MART08]* . . 131
67. Resultados resumidos del dimensionamiento del reactor primario. *Fuente: Elaboración propia* 132

68. Resultados resumidos del dimensionamiento del reactor secundario. *Fuente: Elaboración propia* . . . 133
69. Esquema de la planta de biometanización diseñada. *Fuente: Elaboración propia* . . . 135
70. Pozo de gruesos . . . 143
71. Desbaste . . . 144
72. Tamizado . . . 145
73. Desengrasado . . . 146
74. Balsa de homogeneización . . . 146
75. Decantador primario . . . 147
76. Decantador secundario . . . 148
77. Coagulación, Floculación, Decantación (CFD) . . . 149
78. Tratamiento biológico por fangos activos . . . 149
79. Tratamiento biológico por filtros biológicos o lechos bacterianos . . . 150
80. Tratamiento biológico por biodiscos . . . 151
81. Lagunaje . . . 152
82. Lechos de turba . . . 153
83. Humedales artificiales . . . 153
84. Eliminación de nitrógeno por Nitrificación-Desnitrificación en el biológico . . . 154
85. Filtración en medio granular (Arena/Antracita/Granate) . . . 155
86. Columnas de adsorción sobre Carbón Activo . . . 155
87. Fundamento del intercambio iónico con resinas . . . 156
88. Arqueta para la desinfección por cloración . . . 157
89. Desinfección por radiación ultravioleta . . . 158
90. Espesamiento de lodos por gravedad . . . 159
91. Espesamiento de lodos por flotacion . . . 160
92. Estabilización química de lodos por adición de producos químicos . . . 160
93. Digestión aerobia de lodos . . . 161
94. Digestión anaerobia de lodos . . . 161
95. Filtros de bandas . . . 162
96. Filtros de bandas . . . 162
97. Eras de secado . . . 163
98. Características fundamentales de los tratamientos por fangos activos. *Fuente: Apuntes de la asignatura* . . . 183
99. Esquema simplificado de un reactor RMC para balance de masas. *Fuente: Elaboración propia* . . . 209
100. Esquema y notación de reactores conectados en serie. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de [METC05]* . . . 211

Índice de tablas

1. Principales consumos en una planta de proceso. *Fuente: Elaboración propia* 32
2. Principales factores que afectan al consumo de agua en una planta. *Fuente: Adaptado de la bibliografía* 34
3. Distribución del consumo de agua en una planta cárnica avícola. *Fuente: Adaptado de [MINI06]* 34
4. Principales fuentes de emisión en una planta de proceso. *Fuente: Adaptado de [MINI06]* 37
5. Clasificación de las emisiones atmosféricas. *Fuente: [MINI06]* 37
6. Fuentes de contaminación principal de las aguas residuales y parámetros de contaminación afectados en una planta avícola. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía* 41
7. Parámetros de control del agua residual de una sala de proceso de aves vivas. *Fuente: Adaptado de la bibliografía [SEOA03, MINI06]* 41
8. Intervalos de contaminación típica de aguas residuales en mataderos avícolas. *Fuente: Adaptado de la bibliografía [SEOA03, MINI06, METC 05]* 42
9. Proporción de subproductos de pollo según su peso vivo. *Fuente: [MINI06]* 43
10. Principales residuos generados en una sala de proceso. *Fuente: Elaboración propia* . 43
11. Aspectos ambientales más significativos asociados a las operaciones de proceso y otras operaciones auxiliares en la industria de procesado de carne avícola. *Fuente: Adaptado de [MINI06]* 45
12. Utilidades y potenciales usos del agua residual regenerada U=“En Uso"P=“Uso potencial"*Fuente: Adaptado de [SEOA03]* 55
13. Problemas y limitaciones en los usos fundamentales del agua regenerada. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de [METC05]* 56
14. Datos de contaminación del agua residual de una planta de proceso avícola general. *Fuente: Elaboración propia* 70
15. Límites admisibles de contaminación para vertido según normativa europea. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de Dir. 91/271/CEE* 70
16. Comparativa entre la contaminación de entrada y la admisible para vertido de los sólidos en suspensión. *Fuente: Elaboración propia* 71
17. Comparativa entre la contaminación de entrada y la admisible para vertido de los aceites y grasas´. *Fuente: Elaboración propia* 72
18. Comparativa entre la contaminación de entrada y la admisible para vertido del nitrógeno y fósforo. *Fuente: Elaboración propia* 72
19. Rendimientos de depuración de la etapa de tamizado. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía.* 78
20. Rendimientos de depuración de la etapa de desengrasado. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía* 79
21. Rendimientos de depuración de decantación primaria. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía* 79

22. Rendimientos de depuración de un tratamiento secundario basado en la nitrificación-desnitrificación con decantación secundaria. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía* 81
23. Rendimientos de depuración de la desinfección por cloración. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía* 82
24. Datos de contaminación del efluente residual de la EDAR base. Comparativa con los límites admisibles para vertido. *Fuente: Elaboración propia* 84
25. Listado de los usos permitidos y en uso del agua regenerada. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de [SEOA03]* 85
26. Listado de usos potenciales del agua regenerada. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de [SEOA03]* 85
27. Directrices de la EPA para la elección del tratamiento del agua regenerada. *Fuente: [SEOA03]* 86
28. Parámetros de contaminación necesarios en la salida del efluente de la EDAR ampliada. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de RD 140/2003* 87
29. Directrices establecidas y adaptadas para la selección de etapas de la EDAR ampliada para usos potenciales de agua regenerada en la industria agroalimentaria. *Fuente: Adaptado de [SEOA03]* 88
30. Datos de contaminación del efluente residual de la EDAR ampliada. Comparativa con los valores de calidad potable. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía* 90
31. Caudales para dimensionamiento. *Fuente: Elaboración propia* 93
32. Dimensiones de desbaste. *Fuente: Elaboración propia.* 93
33. Dimensiones de tamizado. *Fuente: Elaboración propia* 93
34. Dimensiones de desengrasado. *Fuente: Elaboración propia* 94
35. Dimensiones de balsa de homogeneización. *Fuente: Elaboración propia* 94
36. Dimensiones de decantador primario. *Fuente: Elaboración propia* 94
37. Dimensiones de balsa anóxica previa en Nitrificación-Desnitrificación. *Fuente: Elaboración propia* 95
38. Dimensiones de balsa de nitrificación en Nitrificación-Desnitrificación. *Fuente: Elaboración propia* 95
39. Dimensiones de balsa anóxica posterior en Nitrificación-Desnitrificación.*Fuente: Elaboración propia* 95
40. Dimensiones de reaireacion en Nitrificación-Desnitrificación. *Fuente: Elaboración propia* 96
41. Dimensiones de decantador secundario. *Fuente: Elaboración propia* 96
42. Dimensiones de filtración en medio granular(Arena/Antracita/Granate). *Fuente: Elaboración propia* 96
43. Dimensiones de adosorción sobre Carbón Activo. *Fuente: Elaboración propia* 96
44. Dimensiones de las arquetas de desinfección por cloración. *Fuente: Elaboración propia* 97
45. Dimensiones de espesado de fangos por flotación. *Fuente: Elaboración propia* . . . 97
46. Dimensiones de espesado de fangos por gravedad *Fuente: Elaboración propia* 97
47. Datos de contaminación para aguas según proceso 1. *Fuente: Elaboración propia* . . 102
48. Datos de contaminación para aguas según proceso 2. *Fuente: Elaboración propia* . . 102
49. Datos de contaminación SST y AyG de aguas según proceso para dividir el pretratamiento. *Fuente: Elaboración propia* 104
50. Datos de concentración de la contaminación en la corriente 1. *Fuente: Elaboración propia* 105
51. Datos de concentración de la contaminación en la corriente 2. *Fuente: Elaboración propia* 105

52. Redimensionamiento de los elementos necesarios para la corriente 1. *Fuente: Elaboración propia* 106
53. Redimensionamiento de los elementos necesarios para la corriente 2. *Fuente: Elaboración propia* 106
54. Nueva dimensiones de los elementos tras el ajuste final. *Fuente: Elaboración propia* 107
55. Porcentaje de reducción de los elementos obtenidos tras el ajuste final de la EDAR. *Fuente: Elaboración propia* 107
56. Población bacteriana presente en la degradación anaerobia. *Fuente: Adaptado de [SEOA13]* 112
57. Coeficientes cinéticos de la población bacteriana. *Fuente: Adaptado de la bibliografía* 113
58. Diferencias de producción de biogás a temperaturas mesófilas y termófilas. *Fuente: Adaptado de [SEOA13]* 115
59. Composición en volátiles y poder de metanización de ciertos subproductos de la industria cárnica avícola. *Fuente: Adaptado de [MINI06]* 119
60. Producción de subproducto cárnico en la planta de estudio. *Fuente: Elaboración propia* 120
61. Producción de biogás por residuo y subproducto 120
62. Biogás total disponible en la cogeneración. *Fuente: Elaboración propia* 120
63. Potencia total disponible del biogás en la cogeneración. *Fuente: Elaboración propia* 121
64. Principales parámetros de un reactor RMC. *Fuente: Adaptado de la bibliografía.* . . 128
65. Temperaturas y tiempos de retención para dimensionado de digestores RMC. *Fuente: Adaptado de la bibliografía* 132
66. Límites constructivos para digestores anaerobios. *Fuente: Adaptado de la bibliografía* 132
67. Ratios económicos para una planta de digestión en generación eléctrica. *Fuente: Elaboración propia* 134
68. Ratios económicos para una planta de digestión en generación térmica. *Fuente: Elaboración propia* 134
69. Ratios económicos para una planta de digestión en co-generación. *Fuente: Elaboración propia* 134

Acrónimos

AD	Anaerobic Digestion o Digestión Anaerobia
AyG	Aceites y grasas
BREF	Documento de referencia sobre mejoras técnicas disponibles
CA	Carbón Activo
CFD	Coagulación, Floculación, Decantación.
CHV	Carga hidráulica volumétrica
COV	Carga orgánica Volumétrica
COV	Compuestos orgánicos volátiles
EDAR	Estación depuradora de aguas residuales
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
ETAP	Estación de tratamiento de aguas potables
MCIA	Motor de combustión interna alternativo
MTD	Mejora técnica disponible
N	Nitrógeno
NTK	Nitrógeno total Kjeldahl
OD	Oxígeno disuelto
P	Fósforo
RD	Real decreto
RMC	Reactor de mezcla completa
RMCr	Reactor de mezcla completa con recirculación
AyG	Aceites y grasas
SS	Sólidos en suspensión
SST	Sólidos en suspensión totales
SSV	Sólidos en suspensión volátiles
TG	Turbina de gas
TR	Tiempo de retención
TRH	Tiempo de retención hidráulico
UASB	Reactor de biomasa suspendida
UE	Unión Europea

PARTE I

MEMORIA

Capítulo 1

Introducción

1.1. El sector cárnico avícola

A Lo largo de este proyecto se va a asumir el sector cárnico como el que desarrolla las actividades de matadero, despiece y elaborado cárnicos, centrándose principalmente en las dos primeras, matadero y despiece.

El sector cárnico en Europa en general, y en España en particular, ha experimentado un crecimiento importante a lo largo de los últimos años. Este crecimiento se debe a varios factores, tanto tecnológicos y de desarrollo del sector, como socioeconómicos. Entre los factores tecnológicos se encuentran la aparición y desarrollo de sistemas industrializados que permiten una mayor producción en tiempo menor, con menor necesidad de espacio y mano de obra. Así mismo las nuevas reglamentaciones técnico-sanitarias y la preocupación por la salud e higiene y medio ambiente han propiciado la mejora de las instalaciones y la conciencia ambiental y de reducción de emisiones la aparición de nuevas tecnologías para cumplir estos propósitos.

1.1.1. La importancia del sector en Europa y España

En Europa, dentro de la industria agroalimentaria, el sector cárnico es uno de los que más importancia cobra, ya que el consumo de carne es uno de los pilares fundamentales de la dieta. Así mismo, el consumo de carne de ave, y en especial de carne de pollo, que es el de interés para este proyecto, constituye un gran porcentaje dentro del sector cárnico.

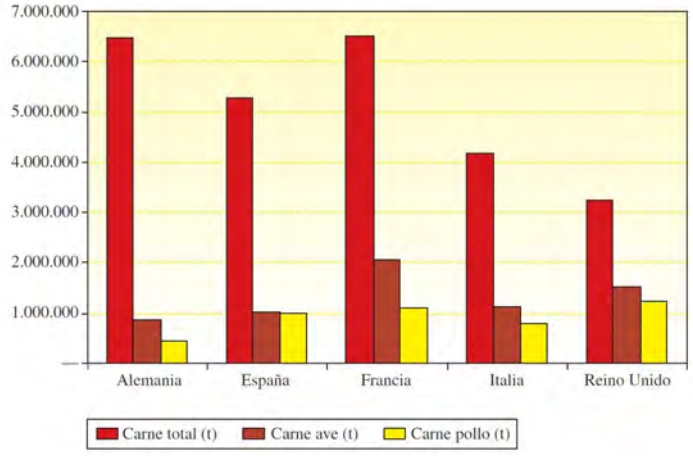


Figura 1. Producción de carne en la UE. *Fuente: FAO,2003*

En el caso particular de España, el porcentaje de carne de ave respecto del de carne total es muy significativo, y más aún el de carne de pollo, constituyendo un 98 % del total de carne de ave. A lo largo de los años, en España ha ido aumentando considerablemente tanto la producción como el consumo de carne de pollo aunque en el momento actual el consumo ha quedado estancado pero en unos valores muy altos, haciendo del sector avícola uno de los más importantes del país.

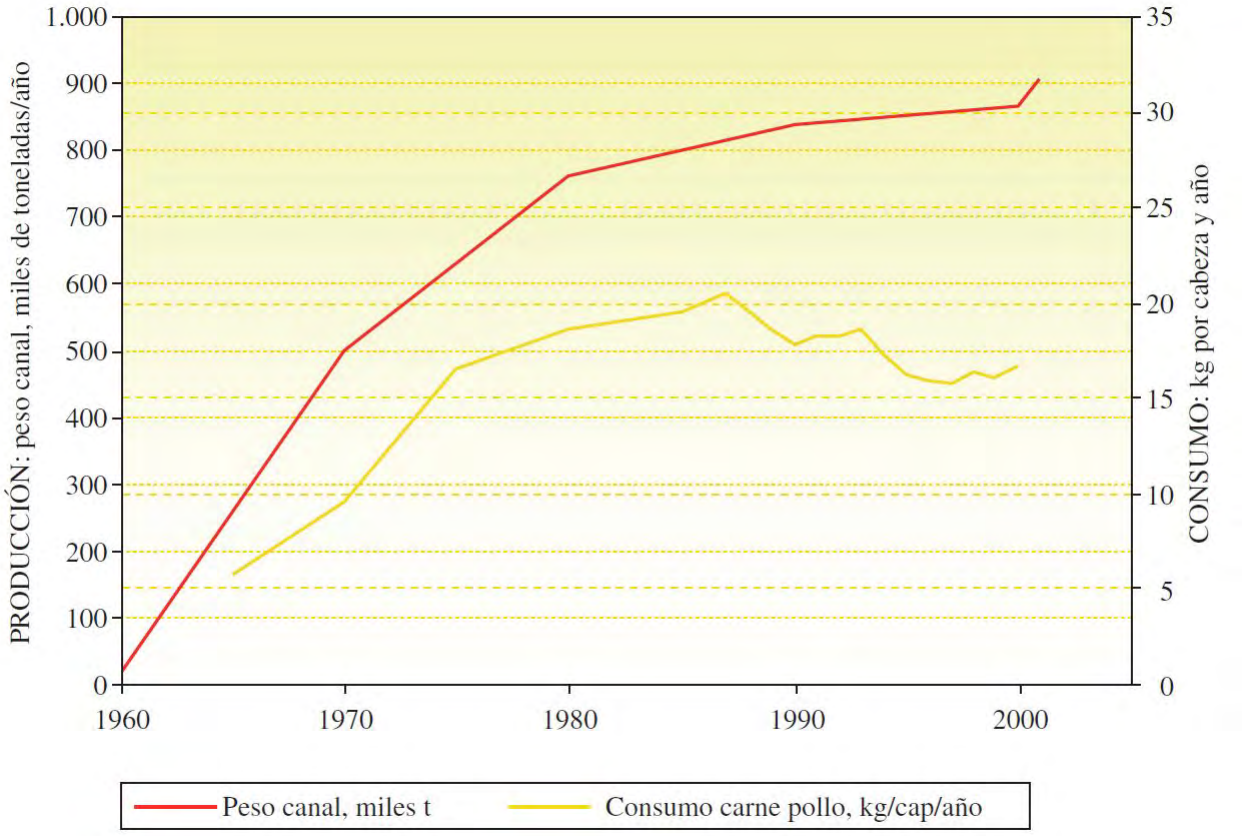


Figura 2. Producción y consumo de carne en España. *Fuente: [MINI06]*

1.2. Procesos de matadero y despiece

En esta sección se van a describir todas las técnicas y los procesos que se llevan a cabo en los mataderos y salas de despiece del sector de la carne avícola.

En primer lugar cabe destacar la diferencia entre matadero y sala de despiece. El primer término hace referencia a las instalaciones en las que se lleva a cabo el sacrificio, limpieza y adecuación de las aves para su posterior despiece. Las salas de despiece, por su parte, son aquellas en las que se llevan a cabo las operaciones de corte, picado, amasado, despiece propiamente dicho... de las aves sacrificadas y limpias para adecuarlas al formato de venta.

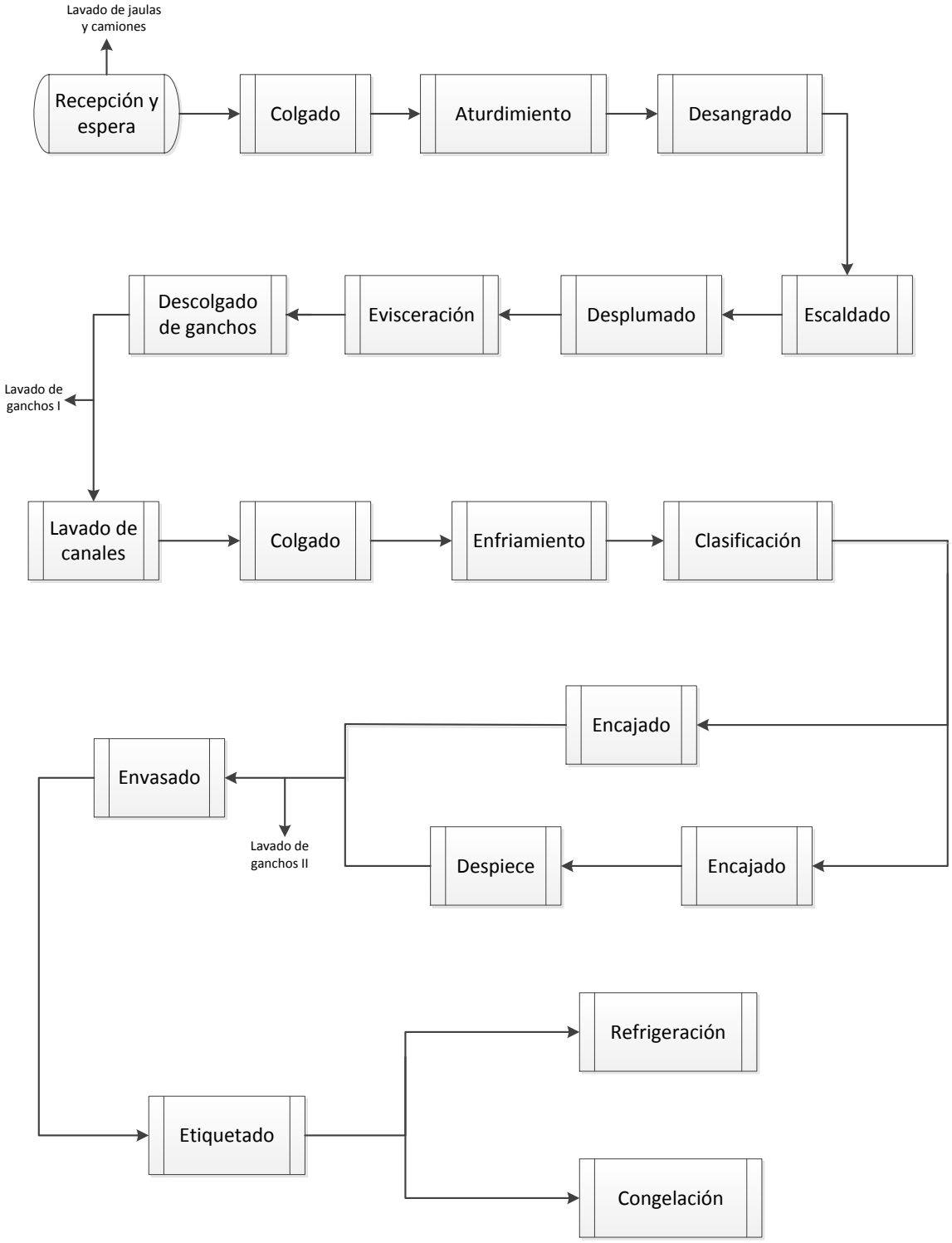


Figura 3. Diagrama de flujo de los procesos en mataderos y salas de despiece. *Fuente: Elaboración propia*

1.2.1. Recepción y espera

Las aves llegan a los mataderos en camiones. Estos descargan las aves en la sala de recepción y espera, donde esperan dentro de las jaulas en las que han sido transportadas a poder entrar dentro de las instalaciones. La sala de recepción y espera debe ser una sala tranquila y ventilada para que los animales permanezcan calmados y sea más sencillo descargarlos de las jaulas.



Figura 4. Sala de recepción y espera

El tiempo de espera debe ser inferior a 24 horas, es decir, deben sacrificarse como máximo 24 horas después de ser descargadas en la sala, ya que no tienen acceso a alimento ni agua. Si se prolonga este tiempo el animal puede entrar en estado de deshidratación, lo que complica la operación de desplumado ya que la piel queda más tirante y menos flexible. Así mismo, por esta razón, la sala debe mantenerse en unas determinadas condiciones de temperatura y humedad.

1.2.2. Colgado

Para mover las aves a lo largo de todo el matadero se utiliza una cadena de ganchos en los que se cuelgan las aves sujetas por los tarsos. Es una manera muy sencilla y cómoda de mover a las aves, de una manera uniforme, todas por igual, siguiendo un ritmo continuo de producción. Además, al estar el ave colgada hacia abajo, esta se tranquiliza, lo que facilita las operaciones que se van a realizar posteriormente.



Figura 5. Operación de colgado

La operación de colgado es de vital importancia, ya que si se cuelga mal un ave, puede haber problemas en las operaciones posteriores, como descolgado de las aves, fracturas, cortes desiguales... Así mismo un ave mal colgada puede no moverse fácilmente a lo largo de la cadena, lo que complica el proceso de producción.

1.2.3. Aturdimiento

El aturdimiento es una operación obligatoria, regulada por el real decreto 54/1995, cuyo objetivo es insensibilizar a las aves frente al dolor. En este decreto se define el aturdimiento como «Todo procedimiento que, cuando se aplique a un animal, provoque de inmediato un estado de inconsciencia que se prolongue hasa que se produzca la muerte».

En el aturdimiento no se debe matar al animal, si no que simplemente se ha de insensibilizarlo, provocándole una taquicardia que bombeara rápidamente la sangre y hará que el desangrado posterior sea más rápido y efectivo, produciendo canales de mayor calidad. Existen diversas técnicas de aturdimiento, entre las que se encuentran:

- Aturdido eléctrico: Se provoca una pequeña descarga eléctrica sobre el ave, de manera que esta queda inconsciente.

- Aturdido en atmosfera controlada: En este caso, las aves entran a una sala dedicada exclusivamente al aturdimiento, en esta zona se encuentran en un ambiente que favorece el estado de inconsciencia, bien mediante una atmosfera de gases inertes, que provocan un estado de somnolencia, o bien, una técnica que se está extendiendo, en una cámara con luz negra en la que tras tres minutos va creando un estado de relajación en el ave hasta el punto de quedar completamente inconsciente.

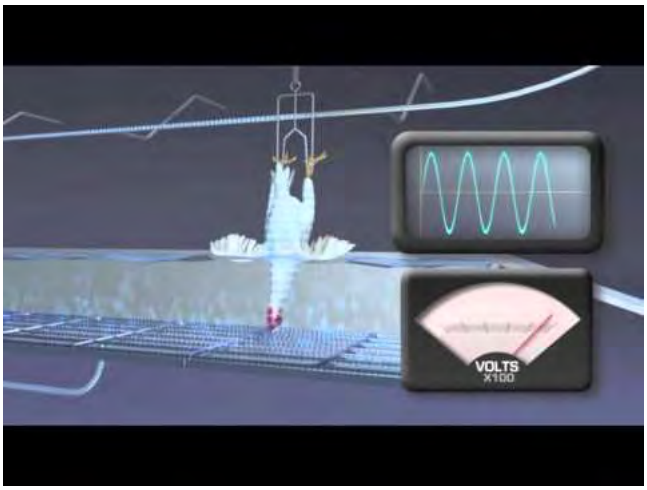


Figura 6. Aturdimiento eléctrico de aves

1.2.4. Desangrado

Una vez ha quedado el ave completamente aturdida, esta pasa a ser sacrificada mediante una operación de desangrado. Este se debe realizar en un máximo de 30 segundos después de salir de la sala de aturdimiento para que el ave no salga del estado de inconsciencia conseguido anteriormente. El sacrificio se puede realizar de diversas formas:

- Punzamiento
- Degüello interno (profundo)
- Degüello externo (superficial)

Una vez realizado el corte, las aves circulan por la sala hasta que se han desangrado por completo.



Figura 7. Desangrado de aves

Es muy importante conseguir un buen sistema de recolección de sangre, ya que es uno de los elementos más contaminantes, principalmente de las aguas residuales y de limpieza, que dificulta enormemente su correcta depuración.

Una vez el ave se ha desangrado completamente, pasa a denominarse canal, con lo que, de ahora en adelante, se utilizará este término para referirse al ave no viva.

1.2.5. Escaldado

El escaldado se realiza para facilitar el desplumado. Gracias a esta operación se ablanda la inserción de las plumas en los folículos, y estas pueden ser retiradas fácilmente, sin dañar la piel y el aspecto de los canales.

Normalmente el escaldado se realiza por inmersión en agua caliente. Se introduce el canal en un baño de agua caliente durante un tiempo determinado (2.5 - 3.5 minutos de media). Estos dos parámetros, temperatura y tiempo de inmersión, han de controlarse y decidirse en función del tipo de canal, para obtener un buen resultado antes del desplumado. Además, se ha de producir un continuo agitamiento del agua de escaldado mientras el canal permanece sumergido para que el agua penetre entre las plumas y llegue bien a la piel del canal.



Figura 8. Escaldado de aves

1.2.6. Desplumado

La operación de desplumado se realiza inmediatamente después del escaldado: Los canales pasan por unas máquinas que constan de una serie de dispositivos (discos, tambores, bulones...) que con su movimiento de rotación arrancan las plumas de la piel de los canales mientras atraviesan la máquina. La máquina está provista de una ducha, que ayuda a la retirada de las plumas, para su posterior evacuación y retirada como residuo, evitando así atascos en las máquinas.

El proceso de desplumado se realiza en tres fases:

- Desbastado: Se eliminan las plumas más grandes y voluminosas (aproximadamente el 70 % del total de las plumas).
- Repasado: Se eliminan menos plumas, las más pequeñas y en zonas menos accesibles, como las alas, su unión con la espalda, cuello, cabeza...

- Lavado: Mediante una serie de látigos y chorros de agua se eliminan las plumas que han quedado adheridas al cuerpo en la fase anterior, y las que no han podido eliminarse. Además este lavado es importante ya que se reduce la contaminación microbiológica de la piel del canal.

1.2.7. Evisceración

Consiste, como su propio nombre indica, en la extracción de las vísceras de los canales para la mejor conservación de la carne. La extracción de los intestinos es obligatoria, mientras que el resto de vísceras pueden retirarse o no, dependiendo del tipo de producto a comercializar.

La evisceración es un proceso muy importante de cara a la higiene, ya que así se evita la migración de microorganismos a partir del intestino hacia cualquier parte de la carne del ave, la aparición de olores por descomposición, colores desagradables...

Las fases de la evisceración son las siguientes:

- Sección de la piel del cuello: que permite la correcta separación de este y el cuerpo.
- Separación de cabeza y cuello si es necesario por el tipo de producto a comercializar.
- Corte de la cloaca: Esta operación es de vital importancia para una buena evisceración. Consiste en realizar un corte en la cavidad de evacuación de las aves, separado esta de la parte final del intestino, y así puede retirarse muy fácilmente.
- Apertura de la cavidad abdominal: Es caso de que quiera realizarse, se realiza un corte en el abdomen del canal para facilitar la extracción de las vísceras.
- Extracción de vísceras: Como su propio nombre indica, consiste en extraer el intestino y cualquier otra víscera que se desee. En esta operación suelen separarse los higadillos, que se comercializan normalmente por separado, y son muy codiciados.

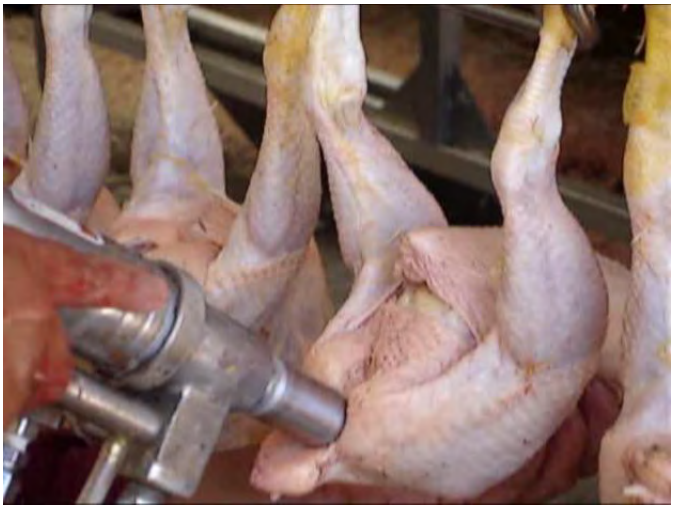


Figura 10. Eviscerado de canales

1.2.8. Descolgado

Esta operación es opcional, puede realizarse o no, y depende de la morfología y maquinaria que se utilice en la siguiente operación de lavado Una vez llegado a este punto, tras la evisceración las canales se descuelgan de los ganchos metálicos para pasar al lavado de las mismas. Más adelante se volverán a colgar en unos ganchos, generalmente de material plástico.

1.2.9. Lavado de canales

Esta operación es de obligado cumplimiento ya que se realiza para conseguir una correcta limpieza tanto interna como externa del canal, y así eliminar arrastrando junto con el agua gran parte de los microorganismos que residen en el canal. También se eliminan restos de sangre, plumas y otros tejidos adheridos a la piel de las aves.

Este lavado puede realizarse principalmente mediante duchado a presión, duchado externo y rociado interno con unos brazos extensibles, por inmersión en agua... Se opera con agua en frio o en caliente, siendo el último caso el más eficaz, ya que no solo limpia, si no que actúa sobre microorganismos y patógenos.



Figura 11. Lavado de canales con ducha

1.2.10. Colgado

Si se considera necesario, se vuelven a colgar las canales de unos ganchos, en este caso de material plástico, para transportarlos por toda la planta a las salas que convengan.

1.2.11. Enfriamiento

El enfriamiento es una operación obligatoria, que tiene como principal finalidad frenar o inhibir el crecimiento de los microorganismos que puedan quedar presentes en la canal y

despojos, las enzimas que producen olores y cualquier otro patógeno, reduciendo rápidamente la temperatura de las canales hasta los 4-6 ºC

Esta operación suele realizarse en cámaras frigoríficas, donde las canales circulan por ella durante unos 45 minutos, hasta que se han enfriado alcanzando la temperatura deseada. También puede realizarse con otros procesos como por inmersión en agua fría, o por inyección directa de gas a temperaturas bajas.



Figura 12. Proceso de enfriamiento en cámara de refrigeración

1.2.12. Clasificación

En esta operación se clasifican las canales según se vaya a comercializar, si se van a comercializar enteras se clasifican según su peso o calibre, según el tipo de ave... y se depositan en cajas. En caso de que se necesiten operaciones auxiliares de despiece se llevan a la sala de despiece, colocadas en cajas.

Si la clasificación es por peso se puede realizar automáticamente, en balanzas informatizadas. Si es clasificación por tamaño, tipo de ave, además de automáticamente, se realiza manualmente, procediendo al descolgado.

1.2.13. Encajado

Una vez clasificadas, las canales se colocan en cajas (según la clasificación por peso, tamaño tipo de ave, tipo de producto...) para facilitar su transporte en cintas transportadoras y no desclasificarlas.



Figura 13. Sala de clasificación y encajado

1.2.14. Despiece

En el despiece y las salas de despiece, las canales son divididas en piezas más pequeñas. Esta operación se puede realizar en salas anexas al matadero o en salas totalmente independientes, incluso en plantas de proceso diferentes.

Las piezas que pueden obtenerse de una canal son principalmente mitades, cuartos, alas, pechugas, muslos, jamoncitos...



Figura 14. Sala de despiece de aves

1.2.15. Envasado

Envasado es la operación en la que se introducen las canales en bolsas de material plástico o en la envoltura externa que se considere necesaria para su buena conservación y protección de la contaminación externa.

1.2.16. Etiquetado

Mediante el etiquetado se establece un código para el producto que facilita su posterior organización, almacenamiento o transporte al punto de venta.

1.2.17. Refrigeración y congelación

El último destino de las canales, una vez envasadas, es almacenarlas en cámaras de refrigeración o congelación, según se desee, a 0ºC o -18 ºC respectivamente, para su posterior venta.

Capítulo 2

Gestión ambiental, emisión y consumo

ESTE capítulo recoge la situación actual del sector en términos ambientales, de emisión de contaminantes y consumo de recursos. Cobra gran importancia este apartado, ya que al ser un proyecto de clara orientación ambiental es interesante conocer la situación actual para poder estudiar nuevas mejoras e incluso cambios de leyes sobre la gestión ambiental.

2.1. Normativa sobre gestión ambiental

La ley que regula todos los establecimientos relacionados con el sector es la ley 16/2002 de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC), la cual afecta a las siguientes salas y empresas:

- Granjas de cría: Con una capacidad de emplazamiento igual o superior al necesario para disponer de 40.000 gallinas ponedoras.
- Mataderos y salas de despiece: Con una capacidad de producción superior a 50 toneladas de canal por día productivo.
- Plantas de elaborados cárnicos: Salas que produzcan productos cárnicos transformados a razón igual o superior a $75 \frac{toneladas}{da}$

2.2. Valores actuales de emisión y consumo

Para iniciar un estudio de nuevas mejoras en necesario conocer el nivel de consumo y emisión actual de las plantas productivas españolas.

Los principales consumos de recursos serán de agua, materiales y energía, y las principales fuentes de emisión los residuos, aguas residuales, emisiones atmosféricas, olores etc.

A grandes rasgos se va a demostrar que los principales consumos se deben a las necesidades de agua y energía, lo que justifica las líneas principales de este proyecto (sistemas de reciclado integral de agua y generación de energía a través de residuos).

2.2.1. Consumo de recursos

Una visión de conjunto de los principales consumos y emisiones de los mataderos avícolas es la siguiente:

Tipo de CONSUMO	Características
Energía eléctrica	Electricidad de toda la planta y máquinas. Generación auxiliar de calor.
Energía térmica	Calor para zonas calientes de la planta. Calor para operaciones tipo escaldado. Generación de vapor y agua caliente para limpieza.
Agua	Agua potable en contacto directo con el producto. Aguas de limpieza. Aguas de procesos industriales.

Tabla 1. Principales consumos en una planta de proceso. *Fuente: Elaboración propia*

2.2.1.1. Consumo de energía (eléctrica y térmica)

Tal y como se ha indicado en Tabla 1 el consumo de energía se reparte en energía eléctrica y térmica en las salas de proceso de aves, siendo las necesidades de energía térmica, en principio, mayores que las de eléctrica. En general, el punto de mayor consumo de energía térmica será la operación de escaldado y el de energía eléctrica la operación de enfriamiento y las salas de refrigeración y congelación.

La energía eléctrica se consume en casi todos los departamentos de la planta, principalmente para accionar y mantener en funcionamiento las máquinas y herramientas de los procesos definidos anteriormente, para iluminación y otros aspectos técnicos de las plantas. El punto de mayor consumo eléctrico es la etapa de refrigeración y congelación, donde las cámaras consumen prácticamente el 50 % del total de la energía eléctrica. En caso de que existan máquinas de aire comprimido, estas consumen gran cantidad de energía eléctrica para poder funcionar, con lo cual se ha de tener en cuenta a la hora de dimensionar y proyectar la planta, si se quieren incluir máquinas neumáticas.

La energía térmica se consume principalmente en forma de vapor o agua caliente, para la operación de escaldado principalmente, y para el lavado de canales, la limpieza y desinfección de salas, utensilios y herramientas, desinfección de equipos... Como se verá, el es tan elevado que las necesidades de energía para calentarla en las salas de calderas y en forma de vapor suele superar con creces las necesidades de energía eléctrica.

Tal y como se recoge en [MINI06], el consumo de energía, tanto eléctrica como térmica, oscila entre **152-860 kWh/t de canal**, aunque otros autores [SEOA03, METC05,LOPE09] son más conservadores, elevando el nivel de consumo, pero hoy en día, gracias a las nuevas tecnologías y las mejoras instaladas se suele considerar en el intervalo indicado.

El consumo de energía es altamente variable como puede observarse en los 152-860 kW/t de canal supuestos, y es debido a la gran variabilidad de las operaciones, de las tasas de producción, de los tipos de equipos e instalaciones utilizados, su estado y mantenimiento, las diferentes gestiones de energía que se llevan a cabo... Incluso si se usan equipos externos, la tasa de consumo puede incrementarse notablemente, como es el caso de las EDAR o estaciones depuradoras de aguas residuales, y los sistemas de tratamiento de contaminantes atmosféricos.

2.2.1.2. Consumo de agua

El agua es un recurso muy útil y muy limitado que cobra gran importancia en los mataderos y salas de despiece ya que se utiliza prácticamente en todas las operaciones del proceso, tal y como se muestra en Figura 16.

La industria avícola es un consumidor importante de agua, tanto para limpieza de equipos y lavado de canales como medio de transporte de residuos, calefacción, refrigeración, y otras operaciones del proceso. Por todo ello, como se ilustra en Figura 16 genera gran cantidad de aguas residuales, altamente contaminada, y el método de depuración es un aspecto clave en la competitividad de las empresas del sector.

Los ratios de consumo de agua pueden ser muy variables, dependiendo de varios factores entre los que se encuentran el tamaño de la planta, su antigüedad, la automatización disponible y el nivel de actividad manual, los procesos aplicados y por último, el más condicionante, las prácticas de limpieza y desinfección.

Esta variabilidad es debida principalmente a que la mayor parte del agua consumida depende de las prácticas de los operarios, en concreto un alrededor del 45 % del consumo total es manejado por el operario en cuestión.



Figura 15. Gráfico de la variabilidad del consumo de agua en una planta de proceso. *Fuente: Elaboración propia*

La variabilidad no solo depende de todos esos factores, si no que al ser un recurso tan necesario y utilizado, todo uso proporciona un factor de dependencia. Por ejemplo, existen actividades que dependen del número de aves que entran diariamente, como por ejemplo la limpieza de los muelles, vehículos, muelle de vivos, lavado de canales... Otro factor importante es el nivel de superficie de la planta. Debido a los altos niveles de limpieza exigidos por las leyes sanitarias, cuanta más superficie de suelo exista, más cantidad de agua se requerirá para su limpieza y desinfección.

Mención aparte merece el agua de limpieza, citada anteriormente, que a primera vista puede parecer uno de los caudales más variables por depender de un operario. Sin embargo el caudal

de agua de limpieza es bastante constante, ya que la higienización y desinfección es necesaria, independientemente del número de aves que se sacrifiquen o de las canales que se procesen, es decir, la limpieza es necesaria aunque se sacrifique una ínfima cantidad de aves. Se puede concluir entonces que el agua de limpieza depende, no tanto del número de canales procesadas si no de la superficie total de planta y la destreza del operario.

Por lo general se establecen los siguientes factores para el consumo de agua, con su influencia correspondiente.

Factor	Influencia
Número de aves sacrificadas	Claramente notable
Factor de suelo (Tamaño de la planta)	En aguas de limpieza y desinfección
Intensidad de limpieza y desinfección	En aguas de limpieza
Operarios y nivel de formación	Prácticamente todos los tipos de consumo
Procesos aplicados	Consumo fijo y variable por procesos
Distribución en planta (Layout)	Consumo fijo y variable por procesos
Grado de automatización	Consumo fijo de agua

Tabla 2. Principales factores que afectan al consumo de agua en una planta. *Fuente: Adaptado de la bibliografía*

Establecer unos niveles de consumo fijos, general y para cada parte de la producción es complicado, debido a la variabilidad antes mencionada y a que normalmente únicamente se maneja el consumo de agua total, medido a través del contador general, y en pocas ocasiones se dispone de los datos de consumos parciales u operaciones aisladas, que requerirían la instalación de equipos de medida en cada sala y en cada máquina. Distintos autores establecen valores para cada fase del proceso productivo, y se concluyen unos datos como se muestra en Tabla 3

Proceso	% del consumo total
Estabulación	25
Matanza y evisceración	10
Lavado de canales	20
Acondicionamiento de subproductos	2
Estaciones de lavado y esterilización de instrumentos	10
Lavado de manos, botas, mandiles...	7
Limpieza de planta	22
Servicios de planta (Condensadores, agua de refrigeración, de caldera...)	4

Tabla 3. Distribución del consumo de agua en una planta cárnica avícola. *Fuente: Adaptado de [MINI06]*

Tras comparar datos obtenidos de distintos autores y los proporcionados por distintas plantas españolas se puede establecer un consumo de agua general situado en el intervalo $7-12m^3/tcanal$. Este valor dista mucho del propuesto en documentos internacionales [MINI06], que sitúan el consumo de agua en un intervalo muy amplio de $5-67m^3/tcanal$. Estos valores pueden ser válidos en alguna de las plantas más antiguas de Europa, pero en España, debido a la modernidad de las plantas, el grado de automatización, la continua mejora de eficiencia de los

procesos, el especial cuidado que se presta en el consumo de agua y la formación recibida por los operarios para reducir al máximo su factor de aleatoriedad, el intervalo de consumo se reduce drásticamente.

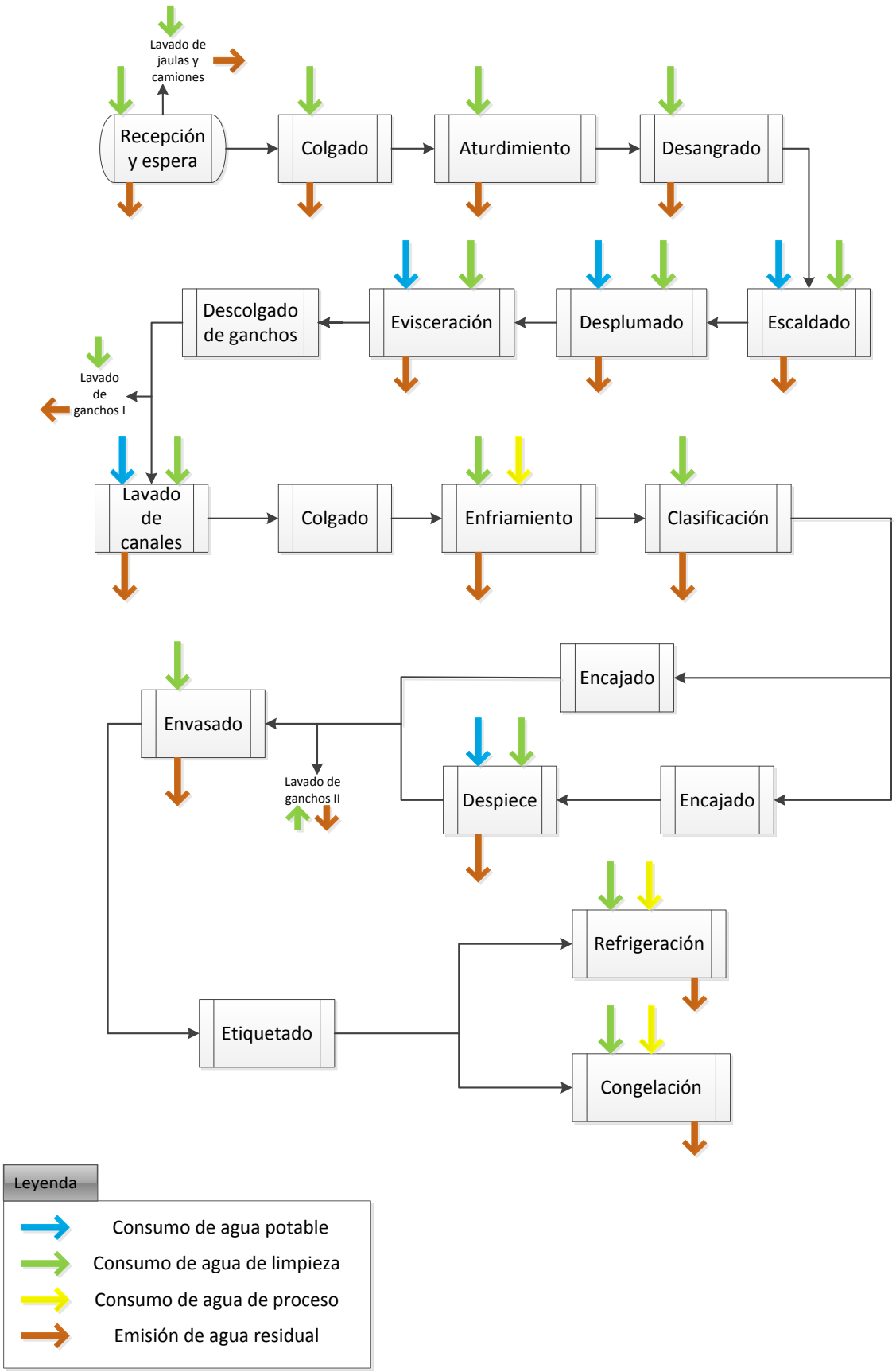


Figura 16. Diagrama de flujo de los puntos de consumo de agua en las operaciones de una sala de proceso *Fuente: Elaboración propia*

2.2.2. Emisión de contaminantes

Las principales fuentes de emisión en las salas en cuestión pueden ser las siguientes:

Tipo de EMISIÓN	Características
Aguas residuales	Gran contaminación de grasas, carga orgánica sólidos en suspensión y microorganismos.
Olores	Provocados por animales vivos, producto en descomposición, aguas residuales y otros tratamientos.
Emisiones atmosféricas	Gases producidos por combustión de combustibles o biogás si se utiliza.
Residuos	Todos los subproductos no aprovechables que se generan. Plumas, sangre, pieles, grasas...

Tabla 4. Principales fuentes de emisión en una planta de proceso. *Fuente: Adaptado de [MINI06]*

Las emisiones que más interesan para la realización de este estudio son las aguas residuales, su contaminación y caudal, y la generación de residuos, que se estudiarán con más detalle y por separado en lineas posteriores.

2.2.2.1. Emisiones atmosféricas

En esta categoría se engloban todo tipo de emisiones gaseosas al aire del ambiente, es decir a la atmosfera. Existen dos tipos de emisiones, las emisiones directas y las difusas:

- Emisiones directas: Son aquellas que se emiten a través de un foco localizado, como una chimenea, y por tanto pueden controlarse.
- Emisiones difusas: Son las que se producen de forma puntual, y por tanto su control es difícil.

La clasificación de cada contaminante en particular dentro de emisiones directas o difusas sería la siguiente:

Emisiones directas	Emisiones difusas
Gases de combustión	Gases refrigerantes
CO, CO_2, SO_2, NO_X	Partículas
Partículas	Amoniaco

Tabla 5. Clasificación de las emisiones atmosféricas. *Fuente: [MINI06]*

Los *gases de combustión* se producen al quemar combustibles fósiles como fuel, gasóleo, gas natural, propano o incluso biogás, aunque si es cierto que con este último el impacto de los contaminantes es menor ya que la concentración de SO_2 se vuelve prácticamente nula, y las emisiones de carbono no afectan al medio ya que se constituye el ciclo de carbono 0.

- CO: Son poco significativas, se asocian a fallos en calderas o combustiones incompletas.
- CO_2 Dependen de la relación entre el contenido en carbono del combustible y su poder calorífico. En el caso de utilizar biogás estas emisiones no tiene prácticamente impacto porque se crea el ciclo cerrado de carbono.

- SO_2 Dependen de la composición del combustible, es decir, de si este presenta azufre entre sus componentes. Las instalaciones de gas natural o biogás no emiten valores significativos de este contaminante.

- NO_X: Depende muy poco de la composición de combustible. Estas emisiones se deben a la oxidación del nitrógeno presente en el aire ambiente y comburente. Por tanto es una emisión que no puede controlarse fácilmente.

Las *partículas* se emiten en las zonas de recepción y descarga de animales y en los almacenes de gallinaza. Son partículas de polvo y gérmenes de muy pequeño tamaño, y aunque no constituyen un peligro si pueden provocar problemas de alergia, olores y deposición en superficies limpias.

Los *gases refrigerantes* son aquellos que se utilizan en las cámaras de refrigeración y congelación, que pueden escaparse a través de fugas. Por su parte, el *amoniaco* se emite en las salas de almacenamiento de gallinaza al descomponerse, y en menor medida en el almacenamiento de sangre si no se almacena en las condiciones adecuadas de temperatura.

2.2.2.2. Olores

Los olores y su emisión son los principales causantes de que se clasifiquen los mataderos como actividades molestas, aunque la valoración del impacto ambiental depende fundamentalmente de la proximidad de la planta a zonas residenciales o urbanas.

Los principales focos de emisión son:

- Muelle de espera y descarga de aves.

- Escaldado

- Almacenamiento de subproductos y residuos.

- Depuradoras de aguas residuales.

Una buena actuación y gestión sobre los olores es fundamental para evitar su generación y por tanto asegurar un buen funcionamiento de la planta.

2.2.3. Características de las aguas residuales

Por lo general las aguas residuales de los mataderos y salas de proceso suelen estar contaminadas con altas tasas de carga orgánica, expresadas en términos de DQO o DBO_5, además de con concentraciones de color, grasas... tal y como se verá de aquí en adelante. Existen enormes diferencias en el consumo, cantidad y carga entre los distintos tipos de instalaciones, por lo que establecer un rango de valores ajustado y general para todas las salas de proceso resulta cuanto menos muy costoso, sin embargo se puede decir, por norma general, que la carga orgánica de estas aguas residuales es en torno a 10 veces superior a la carga orgánica de las aguas residuales urbanas y se suele establecer sobre unos $1800 mg/l$ de DQO.



Figura 17. Imagen de un agua residual cruda (sin tratar) de un matadero avícola

La variabilidad de la contaminación y emisión de aguas residuales hace necesario que se estudien por separado los distintos factores que influyen en estas, como pueden ser los distintos tipos de afluentes residuales, las fuentes de contaminación y los parámetros a estudiar.

2.2.3.1. Tipos de afluentes de aguas residuales

En un matadero y sala de proceso no se realiza exclusivamente la operación de sacrificio, si no que se necesitan sistemas auxiliares para limpieza, para otros procesos industriales como calderas, condensadores... y para uso sanitario del personal. Esto deriva el agua residual en cuatro efluentes principales (Figura 18):

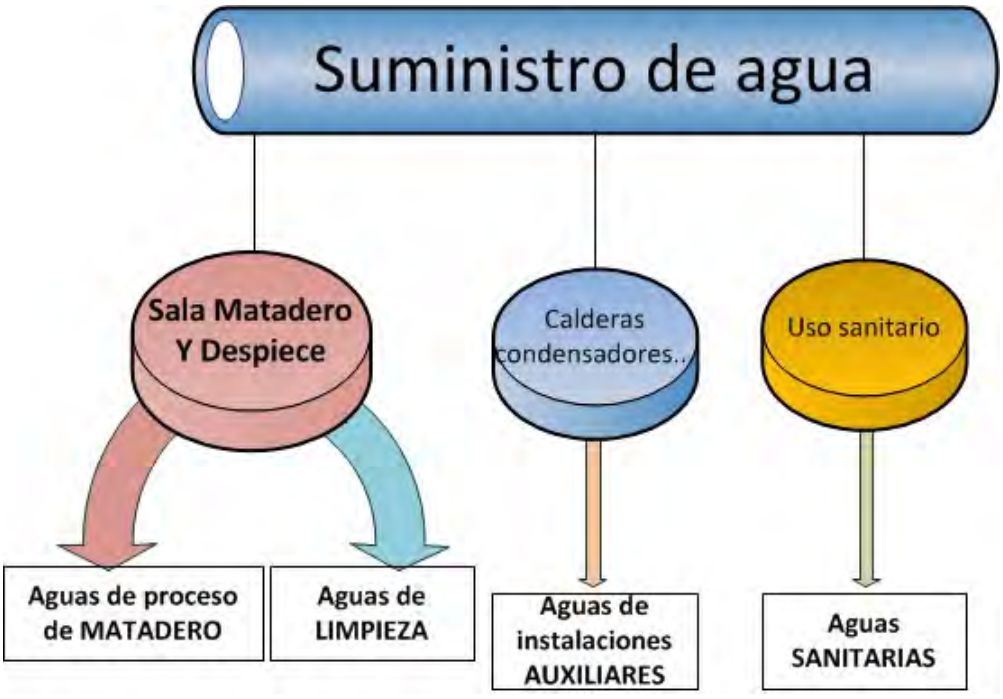


Figura 18. Esquema de los distintos tipos de afluentes residuales en un matadero avícola.
Fuente: Elaboración propia

- Aguas de proceso matadero: Las que están normalmente en contacto directo con la materia prima, producto final o subproducto. Son las utilizadas en operaciones de acondicionamiento (escaldado, lavado de canales etc) y para transporte de producto, subproducto y residuo (sangre, pieles, plumas...).

- Aguas de instalaciones de limpieza: La fuente principal de consumo de agua y vapor en las plantas de proceso.

- Aguas de instalaciones auxiliares: Estas son las encargadas de procesos industriales. Se incluyen las aguas de refrigeración, drenajes de calderas, regeneración en intercambiadores de calor, condensadores... Estos efluentes no contienen prácticamente contaminación, simplemente incrementos de temperatura importantes que es conveniente reducir para su posterior tratamiento en la EDAR.

- Aguas de instalaciones sanitarias: Empleadas en lavabos de personal, duchas, limpieza de botas y mandiles, lavandería... Son asimilables a aguas residuales urbanas

Lógicamente los caudales o niveles de emisión no son iguales, por todo lo anteriormente mencionado serán mucho mayor en los caudales de aguas de proceso de matadero y limpieza, y por tanto la contaminación predominante será la suya. Por la variabilidad de todas las plantas, es complicado establecer una proporción de caudal para cada efluente, pero estima de la siguiente manera:



Figura 19. Proporción de los distintos caudales de efluentes residuales en un matadero y planta de proceso. *Fuente: Adaptado de la bibliografía*

2.2.3.2. Fuentes de contaminación de las aguas residuales

Una vez analizada la naturaleza de las aguas residuales, el siguiente paso es determinar cuáles son los factores contaminantes, es decir, aquellos elementos o sustancias que aportan la carga contaminante. Las aguas residuales generadas presentan un marcado carácter orgánico por la

presencia de sangre, grasas, excrementos, microorganismos..., además de presentar gran cantidad de sólidos en suspensión y sólidos gruesos como plumas, pieles, restos orgánicos... Analizando minuciosamente las operaciones de producción (Figura 3 y de limpieza, se ha elaborado el siguiente cuadro en el que se muestran las potenciales fuentes de contaminación y los parámetros a los afectan:

Fuente de contaminación	Parámetro de contaminación
Sangre	Materia Orgánica (DQO, DBO_5, COT) Amonio y urea Color
Gallinaza y vísceras	Materia Orgánica (DQO, DBO_5, COT) Sólidos en suspensión (SS) y color Fosfatos, nitrógeno y sales
Plumas	Sólidos en suspensión (SS)
Aguas de escaldado	Aceites y grasas (AyG) Espumas Sólidos en suspensión totales y volátiles (SST y SSV)
Lavado de canales	Materia Orgánica (DQO, DBO_5, COT) Aceites y grasas (AyG) Sólidos en suspensión totales y volátiles (SST y SSV) Microorganismos Color
Productos de limpieza y desinfección	Espumas Fosfatos y nitrógeno (Detergentes)

Tabla 6. Fuentes de contaminación principal de las aguas residuales y parámetros de contaminación afectados en una planta avícola. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía*

Por todo ello se deduce que conviene no incluir, o al menos en la menor medida posible los siguientes parámetros:

- Sangre: Para evitar así la mayor parte de la carga orgánica y fundamentalmente el color rojo característico de este tipo de aguas.
- Gallinaza: Y evitar así introducir más carga orgánica y patógenos.
- Plumas: Para no introducir SS que pueden provocar atascos en la red de tuberías y en los tamices de la EDAR.

2.2.3.3. Parámetros de control utilizados para caracterizar las aguas residuales

Por tanto se necesita monitorizar la EDAR de la planta con los siguientes parámetros:

Parámetro	Variable de medida	
Materia Orgánica	Demanda biológica de oxígeno	DBO_5
	Demanda química de oxígeno	DQO
Sólidos en suspensión	Sólidos en suspensión totales	SST
	Sólidos en suspensión volátiles	SSV
Aceites y Grasas	Aceites y Grasas	AyG
Cantidad de nitrógeno	Nitrógeno total Kjeldhal	NTK
Cantidad de fósforo	Fosfatos	P
Alcalinidad y acidez	pH	pH

Tabla 7. Parámetros de control del agua residual de una sala de proceso de aves vivas. *Fuente: Adaptado de la bibliografía [SEOA03, MINI06]*

2.2.3.4. Valores típicos de contaminación de un agua residual

Establecer unos valores generales para todas las plantas de proceso es prácticamente imposible, ya que dependen de infinidad de factores, sin embargo se puede establecer un rango de datos en función de la cantidad de aves procesadas, que se especifican de la siguiente manera:

Parámetro	Valor
DBO_5	$2{,}43 - 43\ kg/t\ canal$
DQO	$4 - 41\ kg/t\ canal$
SST	$48 - 700\ g/t\ canal$
NTK	$560 - 4652\ g/t\ canal$
P	$26{,}2 - 700\ g/t\ canal$

Tabla 8. Intervalos de contaminación típica de aguas residuales en mataderos avícolas. *Fuente: Adaptado de la bibliografía [SEOA03, MINI06, METC 05]*

Los intervalos son muy amplios debido a la gran variabilidad existente en las aguas residuales y sus diferentes usos, pero normalmente todos los valores se encuentran dentro de dichos intervalos y se pueden aproximar los datos de una manera muy sencilla con ellos.

2.2.4. Residuos y subproductos generados en la industria avícola

Otro aspecto importante para la realización de este estudio es la caracterización de todos los residuos y subproductos que se generan. EN primer lugar es interesante conocer la diferencia entre residuo y subproducto:

- Subproducto: Es todo elemento que se va retirando al producto para poder convertirlo en el producto final. La característica principal es que un subproducto puede valorizarse económicamente, es decir se le puede dar un uso posterior o vender, como es el caso de la sangre, vísceras como higadillos, cabezas...
- Residuo: Por el contrario, el residuo es todo aquello que no tiene ningún tipo de valor y está destinado a vertedero.

Aunque se van a listar a continuación todos los residuos y subproductos que pueden aparecer en el sector avícola, resulta muy útil utilizar un esquema en el que se puede apreciar todo residuo y subproducto que se genera en cada etapa del proceso productivo (Figura 20)

2.2.4.1. Subproductos generados

Como todo aspecto ambiental, los subproductos quedan regulados por el *CE nº 1774/2002* que establece tres categorías de subproductos y especifica las condiciones en las que se debe realizar su gestión y posterior valorización. Normalmente esta gestión y valorización de lleva a cabo en empresas externas a la planta de proceso, siendo obligación del matadero gestionarlos correctamente hasta que sean retirados por dichas empresas externas.

El caso más conocido de subproducto valorizado pueden ser todos los componentes orgánicos del ave, como las patas, cabeza, cuello, mollejas, higadillos y otras vísceras, sangre... Todos estos subproductos pueden comercializarse bien como otro producto final, o bien se pueden valorizar creando nuevos productos con ellos.

Los subproductos más valorizados son:

Subproducto	Peso del animal vivo kg		
	Hasta 1,2	1,2 - 1,5	Más de 1,5
Sangre	3.6	3.6	3.6
Plumas	6.1	6.1	6.1
Intestinos	3.4	3.4	3.4
Cabeza	5.2	5.3	5.5
Patas	9.0	8.0	7.0
Cuello	2.9	2.8	2.6
Molleja	1.9	1.8	1.4
Hígado y corazón	3.0	2.7	2.2

Tabla 9. Proporción de subproductos de pollo según su peso vivo. *Fuente: [MINI06]*

- Sangre: Puede considerarse como residuo o como subproducto. En caso de que se almacene en las condiciones adecuadas hasta su valorización, esta puede ser utilizada como componente principal en otros productos cárnicos.

- Plumas: Se suelen utilizar para fabricar harinas e hidrolizados. Al recogerse normalmente en húmedo necesita un tratamiento posterior de secado, lo que hace que la mayoría de las veces la valorización sea inviable y se opte por considerarla residuo.

- Cabeza y patas: En los últimos años el mercado asiático se está haciendo el princpal consumidor de estos subproductos, por lo que por norma general se valorizan de esta manera.

- Hígados y corazón: Se venden como un producto separado, muy codiciado, los higadillos.

- Otras vísceras: Se suelen emplear para la fabricación de harinas e hidrolizados.

- Lodos de depuración: Se suelen aprovechar como compostaje, ya que tiene un nivel alto de putrescibilidad, además de una alta carga orgánica. En el caso de estudio se valorizarán energéticamente al generar biogás con su digestión.

2.2.4.2. Residuos producidos en una planta de proceso

Los residuos, es decir, todo elemento que no se valoriza económicamente, se recogen en la siguiente tabla:

Principales residuos generados		
Gallinaza	Subproducto en mal estado	MER
Plásticos	Envases de papel, cartón y plástico	Madera de palés
Otros envases y etiquetas	Aceites hidráulicos	Tubos fluorescentes

Tabla 10. Principales residuos generados en una sala de proceso. *Fuente: Elaboración propia*

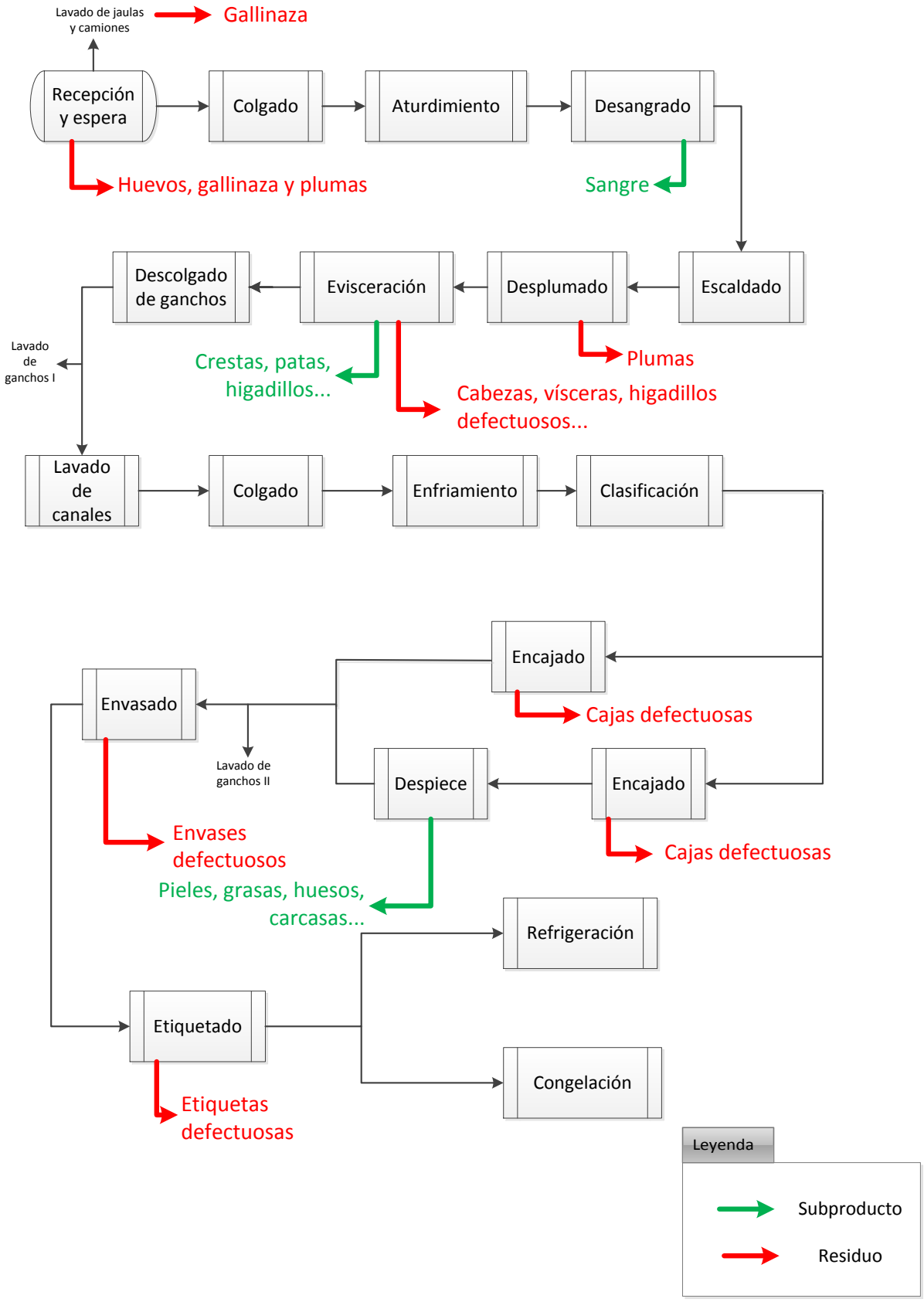


Figura 20. Diagrama de flujo de los puntos de generación de subproductos y residuos en el proceso productivo de una sala de proceso. *Fuente: Elaboración propia*

2.3. Resumen y decisión final

A continuación se presenta un cuadro-resumen con los aspectos ambientales más significativos, asociados a las operaciones de proceso y otras operaciones auxialres en la industria de procesado de carne avícola:

Proceso	**Aspecto medioambiental**				
	Agua residual	Residuos	Emisión atmosférica	Consumo de energía	Consumo de agua
Recepción y espera	X	X			X
Aturdimiento	X			X	X
Desangrado		X			
Escaldado	X	X	X	X	X
Desplumado	X	X		X	X
Corte de patas y cabezas		X		X	
Evisceración	X	X			
Lavado de canales	X				X
Enjuague de tripas	X	X	X		X
Despiece	X	X			
Enfriamiento	X		X	X	X
Refrigeración / Congelación				X	
Envasado		X			
Limpieza de equipos e instrumentos	X				X
Recogida y almacenamiento de residuos		X	X	X	
Depuración de aguas residuales	X			X	

Tabla 11. Aspectos ambientales más significativos asociados a las operaciones de proceso y otras operaciones auxiliares en la industria de procesado de carne avícola. *Fuente: Adaptado de [MINI06]*

Observando la Tabla 11 se confirma que los aspectos ambientales fundamentales, y sobre los que se debe realizar el estudio son:

1. Emisión de aguas residuales.
2. Consumo de agua.
3. Producción de residuos y subproductos.
4. Consumo de energía tanto eléctrica como térmica.

Capítulo 3

Objeto del proyecto: Soluciones propuestas

3.1. Factores a controlar

Una vez estudiados los valores de emisión y consumo actuales, se decide sobre que factores se ha de centrar el estudio y el diseño de la solución para hacer más sostenibles y más respetuosos, ambientalmente hablando, los procesos llevados a cabo en las salas de proceso y despiece de la industria cárnica avícola.

Se ha decidido en capitulos anteriores que los factores más críticos, y por tanto los que se van a controlar son:

- El gran consumo de agua y por tanto la emisión de aguas residuales, al ser el agua un elemento esencial para la vida y escaso en ciertas zonas de la Península Ibérica donde el sector avícola cobra gran importancia. Debido a los altos niveles de contaminación que se alcanza, no es aceptable verter el enorme caudal que se genera con una contaminación peligrosa para el medio.
- El vertido de grandes cantidades de residuos y subproductos no aprovechables, especialmente de composición orgánica, que engrosan el nivel de los vertederos.
- Los altos niveles de consumo de energía eléctrica y térmica, que teniendo en cuenta el panorama energético español, basado en combustibles fósiles, contamina en gran medida el medio ambiente y provoca un consumo excesivo de recursos o renovables y limitados como el carbón y el petróleo.

3.2. Primeras soluciones propuestas

3.2.1. Reducción del consumo de agua y emisión de aguas residuales. EDAR capaz de regenerar las aguas residuales para su reutilización en los procesos de la planta

La primera solución razonable para reducir la contaminación del agua residual vertida es la instalación de una Estación Depuradora de Aguas Residuales, cuya misión es reducir al máximo la contaminación de las aguas residuales generadas en las distintas operaciones del proceso en las que se consume agua y en las operaciones de limpieza.

Por ley, la mayoría de las salas de proceso y mataderos necesitan estar provistas de una EDAR, para poder verter sus aguas residuales asegurando la calidad sanitaria del agua. El ciclo normal de esta agua es su depuración y posterior vertido al exterior. Una vez allí el agua se vuelve a recoger en las ETAP o Estaciones de Tratamiento de Aguas Potables y se somete a un tratamiento para regenerarla y poder ser utilizada en el consumo humano.

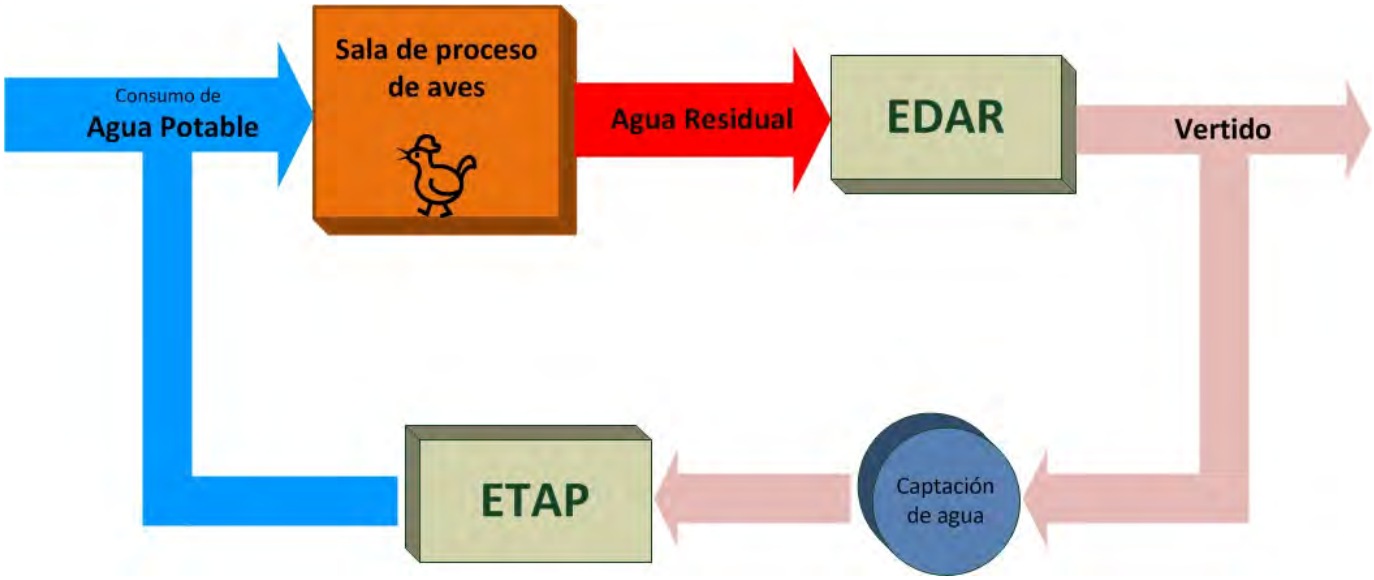


Figura 21. Ciclo de agua potable-residual-potable. *Fuente: Elaboración propia*

La primera solución que se propone es idear un sistema de depuración de las aguas residuales o una EDAR, que someta el efluente a un tratamiento muy intensivo, combinando etapas de depuración y potabilización, de manera que se consiga tras el proceso un afluente de agua que asegure la calidad y seguridad sanitaria para el consumo humano y por tanto se pueda utilizar este de nuevo en las fases del proceso.

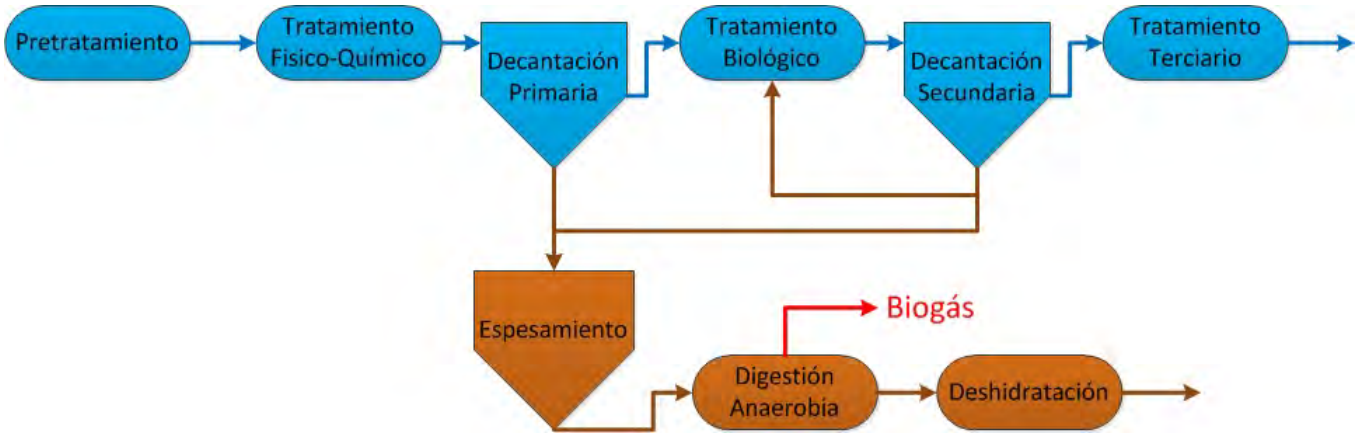


Figura 22. Esquema general de una EDAR simple. *Fuente: Elaboración propia*

Toda EDAR, tal como se muestra en Figura **??** consta de dos líneas, la línea de aguas y la línea de fangos.

- En la línea de aguas se depura el agua residual. A la EDAR llega el efluente de aguas residuales, y tras pasar por todos sus fases, se obtiene un afluente de agua depurada, que en

el caso de estudio será agua regenerada que asegure la calidad sanitaria para el consumo humano. La línea de aguas generalmente se divide en cuatro tratamientos principales:

  - **Pretratamiento**: En el que se adecua el efluente para poder ser tratado en las fases posteriores.
  - **Tratamiento primario o físico-químico**: Donde se eliminan principalmente los contaminantes físicos, químicos y sólidos.
  - **Tratamiento secundario o biológico**: Cuya función es reducir la contaminación orgánica y biológica del agua.
  - **Tratamiento terciario o avanzado**: Utilizado para adecuar el afluente y conseguir un agua depurada con mayor calidad.

- La línea de fangos es aquella que recoge todos los residuos o fangos que van surgiendo en la depuración tras eliminarse los contaminantes. Los fangos han de ser tratados en las siguientes fases fundamentales:

  - **Espesamiento**: En la que se elimina la mayor parte del agua que contienen, pero se dejan con la humedad necesaria para poder estabilizarlos en fases posteriores.
  - **Estabilización o digestión**: Que se estabilizan los fangos para poder ser retirados con seguridad. Cabe destacar que esta etapa puede ser un proceso de digestión anaerobia, en la que se producirá biogás que puede aprovecharse como fuente de energía.
  - **Deshidratación y secado**: Donde finalmente se retira todo el exceso de agua, resultando los fangos listos para poder ser retirados.

Con esta solución se consigue establecer un circuito cerrado de agua, disminuyendo enormemente el consumo exterior y la acción de plantas de potabilización exteriores, salvo para emergencias o puntos en los que se decida no regenerar su agua residual. Se consigue así disminuir el efecto de estos dos aspectos ambientales con una única solución y se crea un nuevo sistema novedoso y respetuoso con el medio ambiente que además asegura la seguridad sanitaria del consumidor.

El reto es idear un sistema, fácil de implementar en el caso de que exista una EDAR en la planta, que sea sencillo, con el menor número de etapas posible, y con la mejor eficiencia alcanzable ya que el agua es un recurso indispensable.

3.2.2. Reducción del consumo de energía externa y de emisión de residuos y subproductos no utilizables

La solución que se propone en este caso es reutilizar los residuos y subproductos generados y producir energía con ellos, constituyendo biomasa. Esta solución es razonable, y se lleva a cabo en otros sectores de la industria, pero el principal problema que se presenta es que la mayor parte de los residuos que pueden utilizarse para constituir biomasa son de composición orgánica y presentan un alto nivel de humedad (Sangre, vísceras, grasas, pieles)

Dentro de la clasificación de los distintos niveles de biomasa, que se muestran en la Figura 23, estos residuos se clasificarían como biomasa residual húmeda o como residuos sólidos destinados a producción de biogás:

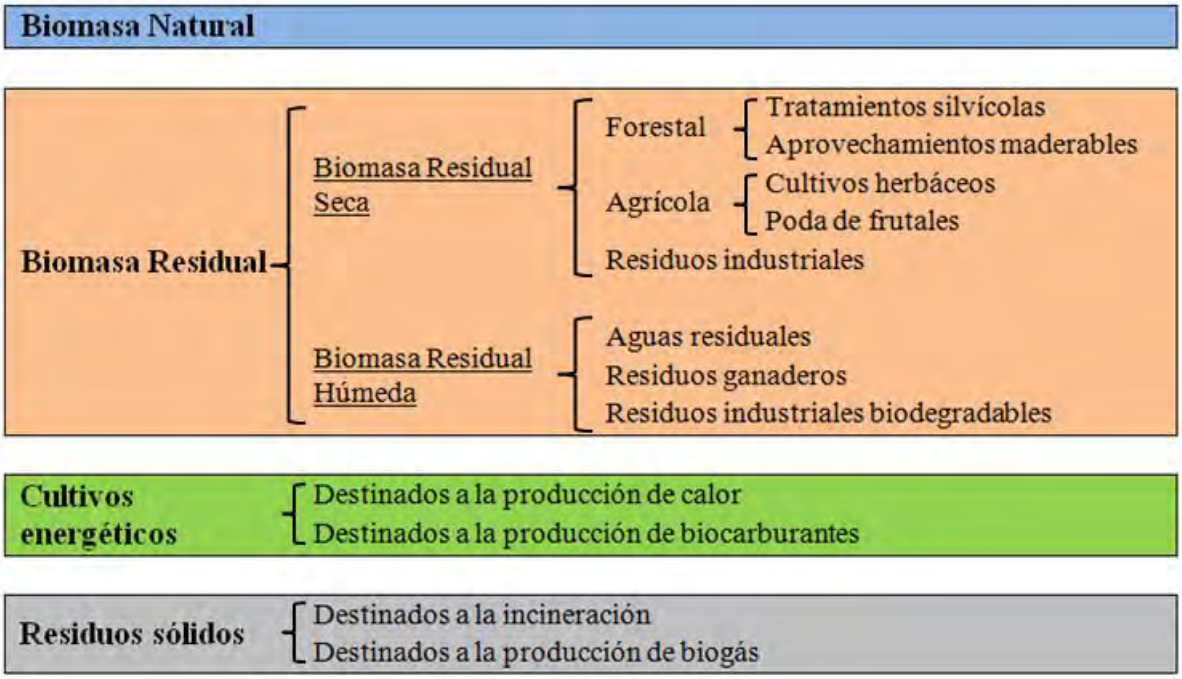


Figura 23. Clasificación de los distintos tipos de biomasa existentes. *Fuente: Elaboración propia. Adaptado de la bibliografía*

Esta peculiar composición hace que sean difícilmente valorizables como biomasa. Tras analizar las distintas maneras de aprovechar energéticamente la biomasa (Figura 24) una forma de utilizar la biomasa residual húmeda es la biometanización, es decir, someterlos a digestión anaerobia, al igual que se hace con las aguas residuales o con los fangos que surgen de la depuración de estas, produciendo así como subproducto el biogás.

El biogás está compuesto en un 60 % por metano CH_4, por lo que tiene un alto poder calorífico y se puede utilizar como fuente de energía, principalmente de energía térmica al combustionar, o también como energía eléctrica en una central de cogeneración, o al utilizarlo de combustible en un MCIA, incluso utilizándolo en un ciclo de gas o ciclo Brayton.

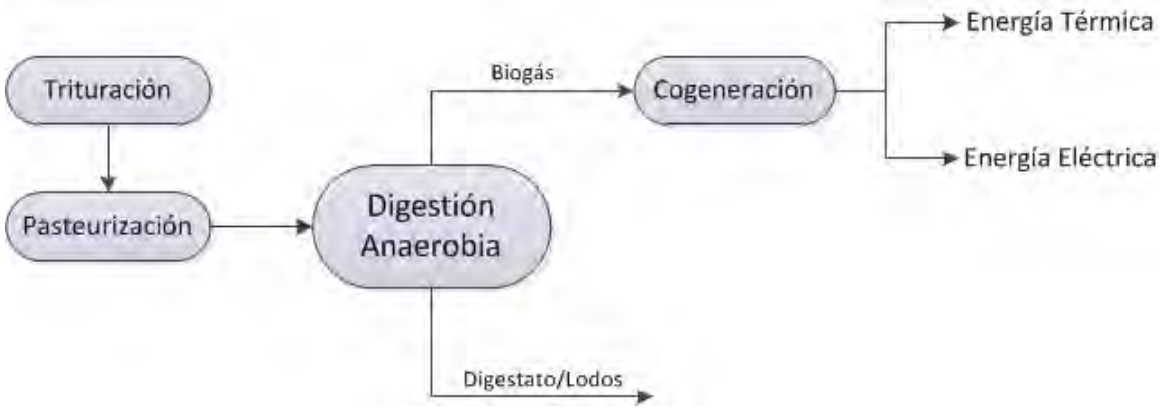


Figura 25. Esquema del proceso de metanización de residuos. *Fuente: Elaboración propia*

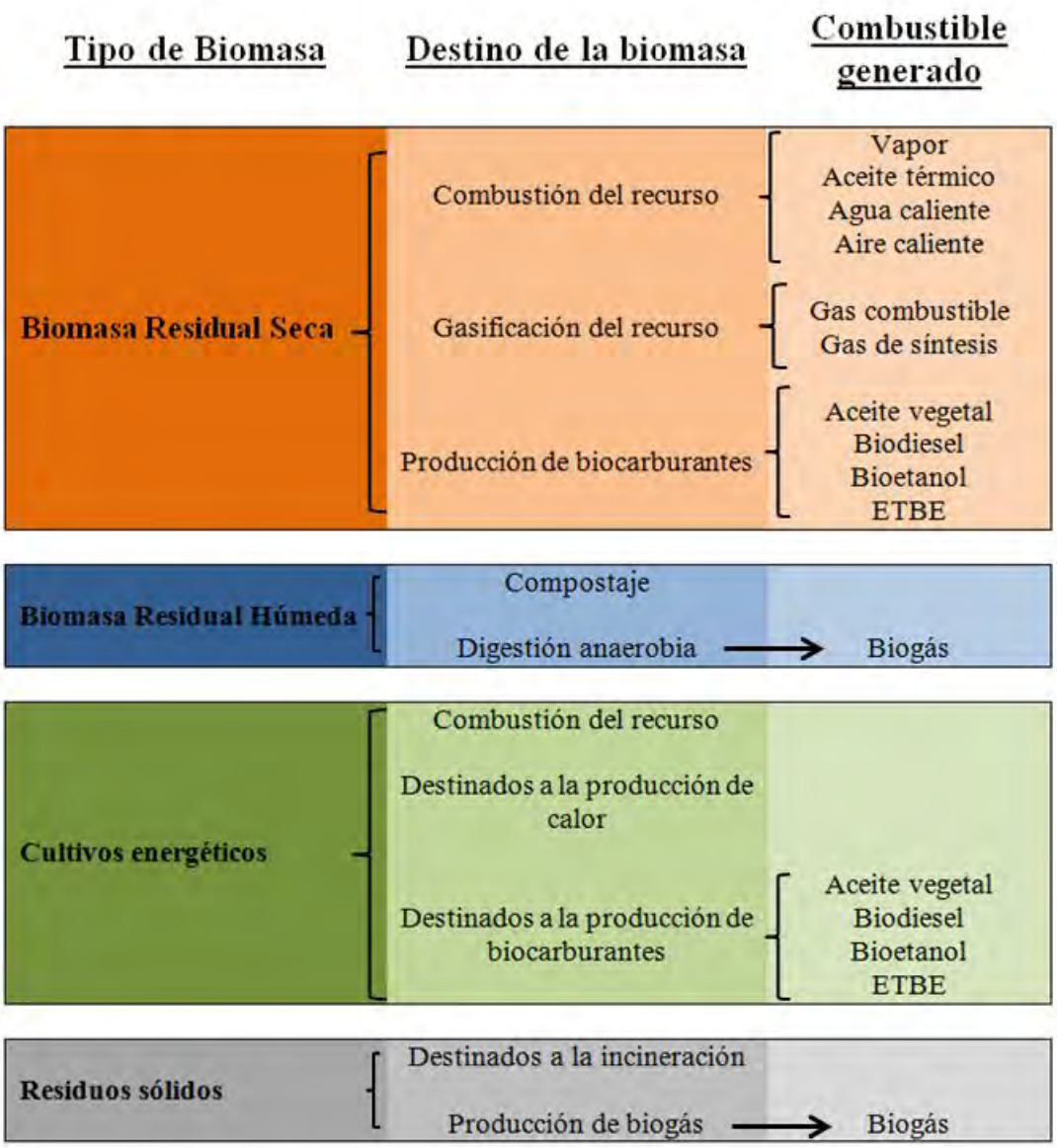


Figura 24. Sistemas de valorización de la biomasa. *Fuente: Elaboración propia. Adapatado de la bibliografía*

En definitiva, al generar biogás este puede ser valorizado de múltiples maneras, tanto como energía térmica o como energía eléctrica.

Aunque si es cierto que las centrales de biomasa, por los complejos tratamientos que requieren los residuos para transformarlos, solo suelen ser rentables en el caso de ser utilizado como fuente de energía térmica.

Para el caso de estudio es muy viable, ya que se consume gran cantidad de energía térmica, en multitud de procesos de la planta y para generar vapor y agua caliente en las operaciones de limpieza, tal como se explicó en Capítulo2

Por tanto esta solución, también muy novedosa en el panorama español, permite disminuir estos dos aspectos ambientales, se reduce la generación de residuos de vertedero, y se disminuye enormemente el consumo de energía exterior, con todos los beneficios ambientales y sostenibles que ello conlleva.

3.3. Solución definitiva: Sistema híbrido de co-digestión de aguas residuales y otros residuos

Cabe destacar que la contaminación de las aguas residuales en las salas de proceso y matadero será principalmente de componente orgánica, que como se verá en capítulo posteriores será necesario eliminar, con lo que se hace viable e incluso necesario el uso de digestores anaerobios, los cuales, como se ha destacado, al eliminar la carga orgánica producen como subproducto biogás.

Ambas soluciones por tanto, la planta de depuración y la planta de biometanización, requieren de un digestor anaerobio (Véase Figura **??** y Figura 25), y surge la idea de unir las dos soluciones por la etapa de biometanización, creando así un sistema híbrido conocido como co-digestión que realiza las dos funciones:

1. El ahorro en el consumo de agua gracias a una depuración intensiva para la reutilización total de todas las aguas de procesos.
2. El aprovechamiento energético de todos los residuos generados, tanto en las acciones propias de matadero (plumas, grasas, sangre), como cualquier otro residuo no aprovechable que pueda constituir biomasa y sea energéticamente valorable, por ejemplo los lodos de depuración.

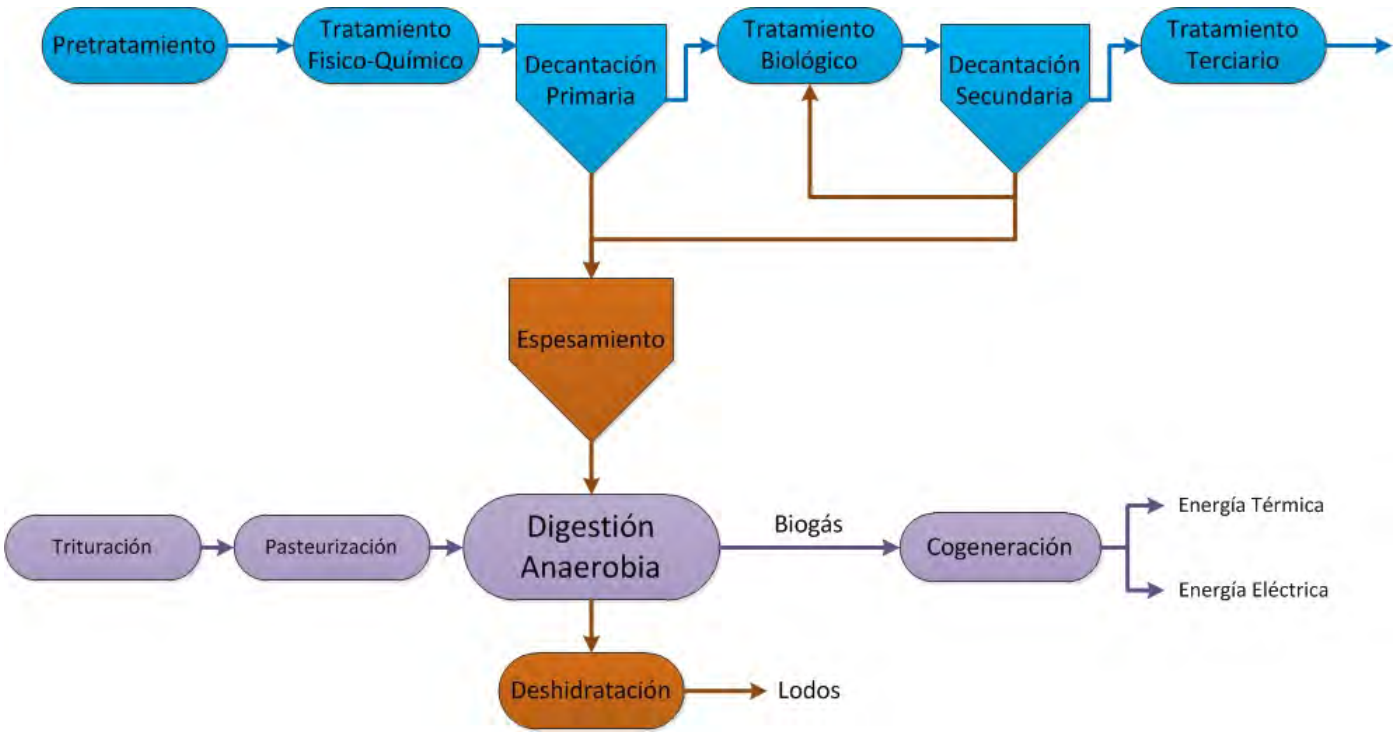


Figura 26. Esquema del sistema híbrido de co-digestión de aguas residuales y otros residuos a desarrollar en el proyecto. *Fuente: Elaboración propia*

Este sistema, aparte de la novedad que constituye dentro del panorama de la industria española, presenta ciertas ventajas respecto a las dos soluciones anteriores:

- Se ahorra espacio e inversión al combinar las dos plantas en una, uniendo sistemas y aprovechando la superficie disponible.
- Se genera más cantidad de biogás al digerir también los lodos de depuración.
- El ahorro de inversión permite instalar equipos más eficientes que mejoran el rendimiento y eficiencia.
- El rendimiento de la depuración de aguas mejora increíblemente con la necesidad de menos etapas. Esto es debido a que para poder asegurar la co-digestión de los residuos se necesita un nivel de humedad considerable, por lo que se necesita parte de agua residual y como se verá en Capítulo 5, una de las corrientes de agua, en concreto la de la etapa de sangrado que aporta gran nivel de contaminación orgánica y de color, no se depurará si no que se va a emplear para aportar la humedad requerida a los residuos para poder metanizarlos. De esta manera la principal corriente contaminante se elimina y no es necesario un tratamiento tan agresivo.

Capítulo 4

Estado del Arte: Novedad del proyecto en España

En este capítulo se va a analizar la novedad que va a suponer este estudio, y su impacto en la legislación actual, así como su relación con otros proyectos existentes.

4.1. Reutilización de aguas regeneradas

La reutilización de aguas es un método ecológico y sostenible de ahorro, con lo cual existen diversos proyectos que estudian la manera de poder reutilizar aguas para ciertos usos como el riego agrícola o de jardines y zonas verdes, y algunas EDAR españolas implementan estas etapas. Pero a nivel industria el reciclado total del agua es algo totalmente novedoso, planteado en contadas ocasiones principalmente por problemas de legislación como se verá a continuación.

Los usos del agua regenerada son ilimitados, aunque no están exentos de problemas y la aceptación del público en general no es muy buena. Los posibles usos(tanto los que se están llevando a cabo como los potenciales usos, es decir, aquellos sobre los que se puede investigar) se resumen en la siguiente tabla:

Uso	**(U)** / **(P)**	**Ejemplos de uso**
Riego de cosechas NO destinadas al consumo humano	U	Cultivos energéticos
Riego de cosechas SI destinadas al consumo humano	U	Cultivos agrícolas, frutales...
Riego de zonas y espacios verdes	U	Jardines, parques, campos de golf etc.
Reutilización industrial	U	Calderas, intercambiadores...
Usos recreativos SIN contacto	U	Fuentes ornamentales y estanques
Usos recreativos CON contacto	P	Piscinas, fuentes con acceso...
Recarga de acuíferos para uso potable	U reciente	Inyección del agua tratada en acuíferos para su posterior uso como agua potable
Reutilización en usos potables	P	Reutilización total

Tabla 12. Utilidades y potenciales usos del agua residual regenerada U="En Uso"P="Uso potencial"*Fuente: Adaptado de [SEOA03]*

Muchos usos del agua están ya aceptados y se llevan a cabo como son los marcados con U en la Tabla 12, sin embargo los relacionados con la calidad de agua potable, es decir, aquellos en los que dicho agua debe entrar en contacto con las personas, son de uso potencial P (No se ha llevado nunca a la práctica) por la cantidad de problemas y limitaciones, sobretodo de aceptación pública, que presentan. Para analizar dichos problemas y limitaciones existentes para cada uso del agua regenerada se presenta la siguiente tabla:

Uso	Problemas y Limitaciones
Riego de cosechas NO destinadas al consumo humano Riego de cosechas SI destinadas al consumo humano Riego de zonas y espacios verdes	- Pueden contaminar aguas superficiales. - Pueden contaminar aguas subterráneas por percolación. - Problemas de salud pública por la presencia de patógenos (bacterias, virus y parásitos).
Reutilización industrial	- Algunos constituyentes pueden provocar problemas de corrosión, incrustaciones carbonatadas, crecimiento bacteriano, ensuciamiento y obstrucción de los sistemas.
Usos recreativos SIN contacto Usos recreativos CON contacto	- Problemas de salud pública por patógenos. - Eutrofización por la incorporación de N y P. - Toxicidad para la vida acuática
Recarga de acuíferos para uso potable	- Presencia de compuestos químicos y biológicos que alteran la calidad del agua. - Problemas de salud pública por la presencia de patógenos. - Eutrofización por la incorporación de N y P.
Reutilización en usos potables	- Presencia de compuestos químicos y biológicos que alteran la calidad del agua. - Problemas de salud pública por la presencia de patógenos. - Estética y aceptación pública. - Problemas con la legislación.

Tabla 13. Problemas y limitaciones en los usos fundamentales del agua regenerada. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de [METC05]*

Los problemas con los que se va a enfrentar este estudio son con conseguir un efluente de calidad dentro de la normativa, y concienciar a la opnión pública de que la seguridad sanitaria de las personas se sihue cuidando.

Este proyecto pretende ejercer un ejercicio de concienciación y de cambio de ley, ya que se puede asegurar una buena calidad del agua y la seguridad sanitaria del consumidor y además se ejerce una labor de conservación del medio, de aprovechamiento de recursos y sostenibilidad.

4.1.1. Legislación actual sobre calidad, depuración y reutilización de aguas en la industria alimentaria

Los niveles de calidad de agua están regidos por el *Real Decreto 140/2003*, cuyo objeto es:

"El presente Real Decreto tiene por objeto establecer los criterios sanitarios que deben cumplir las aguas de consumo humano y las instalaciones que permiten su suministro desde la captación hasta el grifo del consumidor y el control de éstas, garantizando su salubridad, calidad y limpieza, con el fin de proteger la salud de las personas de los efectos adversos derivados de cualquier tipo de contaminación de las aguas"

Por tanto se utilizarán estos niveles para calcular los elementos necesarios en la estación depuradora, que puede consultarse en la normativa adjunta.

Por otro lado, el uso y utilización de las aguas regeneradas está regulado por el *Real Decreto 1620/2007*, como puede apreciarse en su objeto:

"Este real decreto tiene por objeto establecer 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, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio."

En concreto en el artículo 4 se definen todos los usos permitidos para la reutilización de aguas a nivel de industria alimentaria, y en el Anexo I.A los criterios de calidad para la reutilización de aguas según su uso. Estos datos pueden conultarse en la normativa adjunta.

4.1.2. Problemas con la legislación actual. Necesidad de cambio

Tras analizar la normativa vigente sobre el uso de agua regenerada y su calidad, descritas brevemente en las líneas superiores, el único uso que se permite para las aguas regeneradas dentro de la industria alimentaria es para aguas de proceso (procesos industriales como refrigeración) y aguas de limpieza, principalmente para baldeo o limpieza de suelos. En ningún momento se permite el uso de agua regenerada para operaciones en contacto directo con el producto alimentario, o incluso con máquinas o elementos que entren también en contacto con los productos.

Todo esto es debido a que se busca controlar la seguridad sanitaria de las personas y la calidad de los productos elaborados. Volviendo otra vez al planteamiento inicial, es una buena idea siempre y cuando se sigan respetando los niveles de calidad exigibles, establecer un sistema de regeneración de aguas, ya que esta es un recurso muy limitado y su aprovechamiento resulta muy interesante.

En España en concreto no se ha llevado a cabo ningún proyecto de reutilización en la industria alimentaria por todos los obstáculos que opone la normativa y por otros problemas que se exponen a continuación.

4.1.3. Otros proyectos relativos a la reutilización de aguas

Como se ha dicho anteriormente, la reutilización de aguas depuradas en la industria alimentaria o para el consumo humano es un tema poco extendido. En España no se ha encontrado ninguna referencia al respecto, sin embargo en Estados Unidos existen contados proyectos de depuradoras que permitían el consumo final por parte de las personas de sus aguas regeneradas. Estos proyectos, tal y como se relata en la biografía [METC05] surgieron por la necesidad extrema del consumo de agua, como una catástrofe o un corte total de cualquier tipo de suministro.

El primer caso que se constata es el de *Chanaute, Kansas*, donde en 1952 se decidió someter un efluente secundario de una EDAR a posteriores etapas de potabilización, lo que se conoce como regeneración directa. Esta medida, debido a la precariedad de los equipos empleados, y que no se alcanzaron los niveles de calidad exigibles, no tuvo buena aceptación.

Hoy en día tan solo unas pocas plantas depuradoras permiten la reutilización total de sus efluentes, y no mediante reutilización directa (**"tubería a tubería"**), si no que las aguas depuradas se vierten o inyectan a acuíferos para su recarga, que posteriormente se potabilizará. Este es el caso de las plantas de *Whittier Narrows (Los Ángeles)* y *Occoquan Reservoir (Virginia)*.

4.1.4. Diferencias con el proyecto en cuestión. ¿Por qué constituye una novedad?

Todos estos proyectos se basan en la recuperación de aguas residuales urbanas, que tiene un nivel de contaminación muy dispar, con alta carga biológica y muchísima variedad de residuos y contaminantes, por lo que deben de contar con numerosas etapas de depuración y potabilización así como la adición de varios elementos químicos, coagulantes, inhibidores, adsorbedores

A continuación se muestran dos ejemplos de plantas depuradoras y regeneradoras de aguas residuales urbanas:

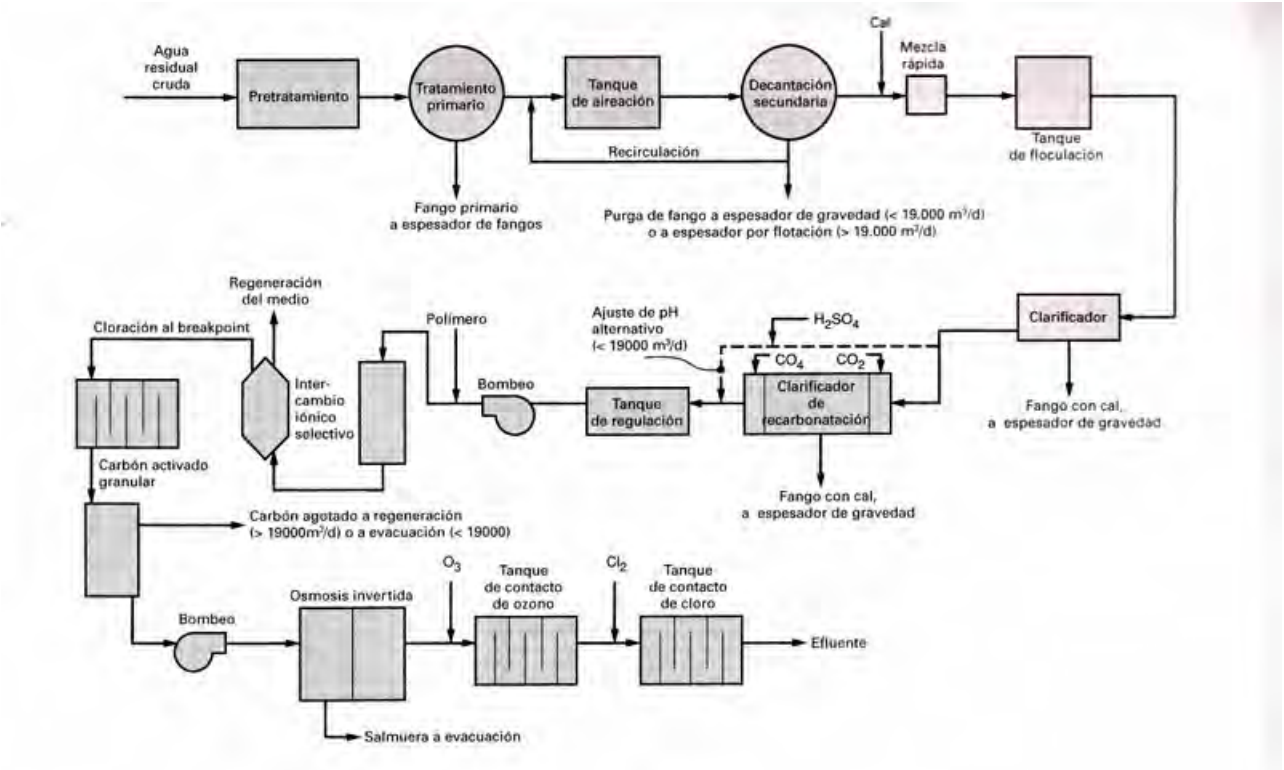


Figura 27. Ejemplo de una EDAR para reutilización de aguas residuales URBANAS. *Fuente: [METC05]*

La principal diferencia es que estas plantas utilizan una regeneración indirecta (Figura 27), es decir, se inyectan en zonas de captación de agua potable (una vez sometidas a los tratamientos de EDAR + ETAP) y no se reutilizan directamente *"tubería a tubería"*, como se pretende en este estudio.

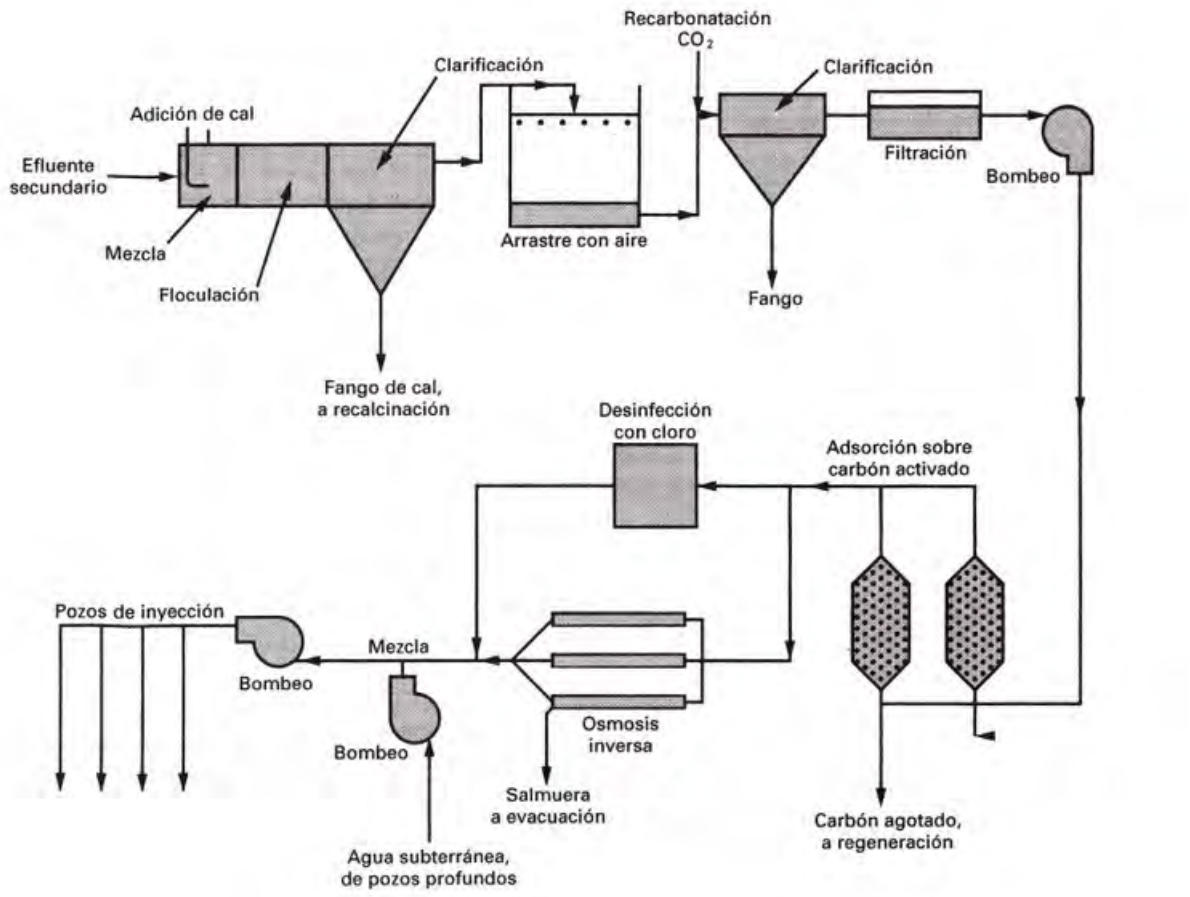


Figura 28. Ejemplo de una EDAR para reutilización de aguas residuales URBANAS en *Orange County Water District, California. Fuente: [METC05]*

En el caso del proyecto que se va a desarrollar, se trata de una planta depuradora para una industria, en concreto la industria avícola. Las aguas residuales que se generan, al contrario que las aguas residuales urbanas, tienen una contaminación muy definida que no suele variar, ya que el proceso es repetitivo y por tanto el agua residual siempre estará contaminada, en mayor o menor medida, con los mimos elementos, por tanto no son necesarias tantas etapas de depuración y potabilización ni la adición de tantos elementos químicos.

El estilo de contaminación, y el no procesamiento de ciertas corrientes de agua residual que se detalla en Capítulo 5, hacen que el nivel y tipo de contaminación del agua a tratar sea mucho más sencilla de eliminar y de esta manera se favorece la reutilización.

Tras una exhaustiva búsqueda, no se ha encontrado ninguna referencia a la reutilización de aguas en la industria alimentaria, por tanto **este estudio constituye un proyecto pionero**, que pretende ejercer, como se ha indicado, un ejercicio de cambio y **ser la base de futuras investigaciones**.

4.2. Biometanización de residuos

La Biometanización, como se explicará, es un proceso mediante el cual, por la acción de ciertas bacterias y en condiciones de ausencia de aire, se consigue estabilizar la materia orgánica

degradándola poco a poco. En este proceso también denominado digestión anaerobia se consigue generar una fuente de energía renovable, la producción de biogás.

El proceso de producción de biogás, que se explicará en Capítulo 7 se puede resumir en la siguiente figura:

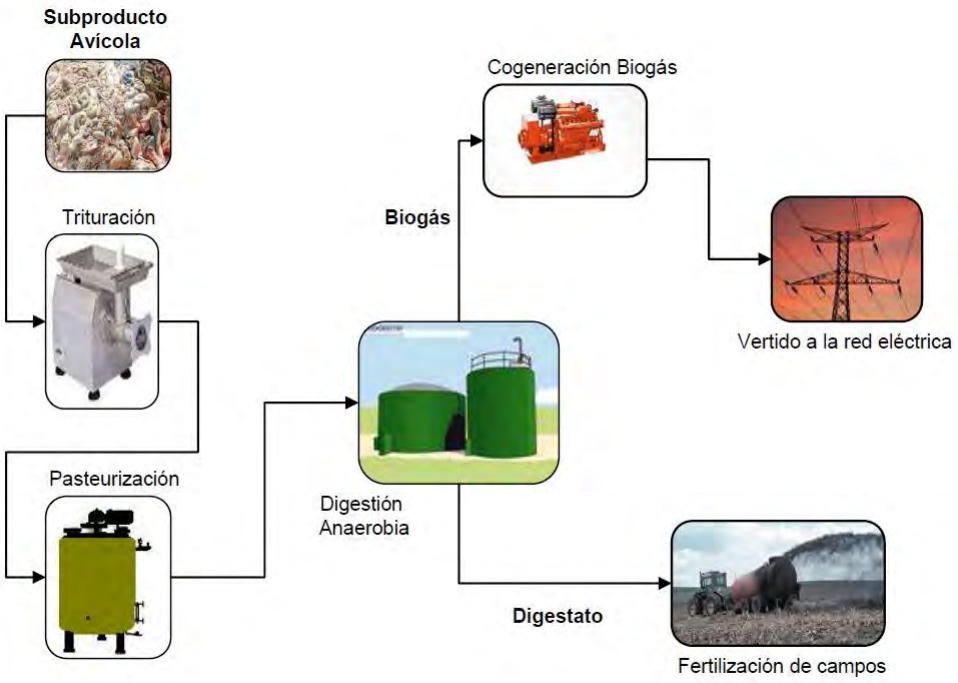


Figura 29. Tratamiento básico para la producción de biogás. *Fuente: [MINI06]*

Este proceso es relativamente novedoso. Es cierto que existen varias plantas de biometanización, pero especializadas en otros subproductos, no exclusivamente con los productos cárnicos avícolas.

A nivel España no existe ninguna experiencia ni planta de biometanización de residuos y subproductos agrícolas.

4.2.1. Plantas de biodigestión existentes

En España se encuentran pocas plantas de biodigestión, la primera fue inaugurada en 2003, en la localidad madrileña de Pinto. A pleno rendimiento, esta planta es capaz de tratar hasta 140.000 toneladas de residuos orgánicos procedentes de 17 municipios de la región. Según sus responsables, permite generar 20.000 toneladas de compost y 117.730 MW por hora.

En el año 2006, en la Comunidad de Madrid, se abrieron dos nuevas plantas de biometanización, La Paloma y Las Dehesas, ubicadas en el Parque Tecnológico de Valdemingómez, las cuales reciben anualmente más de 370.000 toneladas de residuos orgánicos y la energía generada (biogás) se utiliza como combustible para los autobuses del servicio de transporte público que funcionan con motores de gas, o bien, en caso de que se genere un exceso, para generar electricidad destinada a edificios o alumbrado público.

Otro ejemplo de planta de generación de biogás es la recientemente inaugurada en“El Culebrete", municipio de Tudela, Navarra. Esta planta recibe 50.000 toneladas al año de residuos urbanos orgánicos procedentes de diferentes localidades navarras, y se estima que genera 130.000 MW por hora cada día y 6.000 toneladas de compost como subproducto.



Figura 30. Imagen de una central de biogás

4.2.2. Problemas con las plantas de biometanización actuales

Los principales problemas y desventajas a las que se enfrentan estas plantas son estéticos y por emisión de olores y ruido.

El impacto visual que provocan estas plantas es notorio. Si bien todo depende del lugar de emplazamiento, los edificios suelen ser bastante grandes.

Este tipo de centrales de digestión, al utilizar residuos urbanos, que se generan en gran cantidad y a diario, necesitan una amplia zona donde almacenarlos, generalmente expuestos al ambiente lo que provoca insalubridad si no está bien controlado, y la emisión de olores, por ello se están construyendo naves de almacenaje con filtros anti-olor.

4.2.3. Diferencias con el proyecto en cuestión

Todas las plantas existentes en España son plantas de tratamiento de residuos urbanos, es decir, basura generada por los habitantes de municipios. En el caso de estudio, se van a tratar residuos propios de la industria a estudiar, de la industria avícola, por lo que quedan subsanados la mayoría de los problemas de estas plantas:

- El impacto visual se reduce, al quedar la pequeña central integrada dentro de las instalaciones de la fábrica.

- Los problemas de olores provocados por el almacenamiento de los subproductos al aire se elimina, ya que se utilizan residuos propios de la misma industria, que se procesarán en el mismo momento que se generan.

4.3. Sistema híbrido de co-digestión

4.3.1. La co-digestión y el sistema híbrido de co-digestión

La co-digestión consiste en la mezcla de distintos tipos de residuos o substratos para mejorar la calidad de la digestión y optimizar la producción de gas.

La principal ventaja se encuentra en el aprovechamiento de la sinergia de las mezclas, compensando las carencias de cada uno de los substratos por separado. Además de incrementar el potencial de producción de biogás, la adición de co-sustratos fácilmente biodegradables aporta una estabilidad adicional al sistema.

En Europa está muy extendido el uso de diferentes substratos para favorecer y mejorar la digestión y posterior producción de biogás de ciertos elementos con poco poder de metanización, empleando otros muy susceptibles a este proceso como pueden ser los purines ganaderos (porcinos, bovínos), residuos agrícolas o restos de cultivos energéticos. Estos últimos, con alto poder de metanización, favorecen la sinergia, aumentando enormemente la eficiencia de la digestión.

En el caso de estudio se va a aunar la etapa de digestión anaerobia del proceso de EDAR con la metanización o procesamiento de los subproductos orgánicos previsibles para digestión anaerobia. Al establecer un único sistema de depuración-biometanización se ha denominado sistema híbrido de co-digestión ya que se utiliza la co-digestión para dos procesos totalmente distintos, con finalidades muy dispares. Aquí es donde radica la originalidad del estudio, ya que no existe constancia de que se hayan realizado estas acciones en ninguna planta en España.

4.3.2. Experiencias de co-digestión en España

En España, como se ha mencionado en las líneas anteriores, existen centrales de biometanización que emplean la co-digestión, al utilizar diferentes substratos que crean una sinergia entre los distintos elementos susceptibles de digestión, que mejoran el rendimiento de producción de biogás.

Cabe destacar que se trata de distintas experiencias realizadas, pero no centrales dedicadas exclusivamente a la co-digestión. Así mismo, el sistema que se propone en este estudio, un sistema híbrido, es algo totalmente pionero, que no existe constancia de haberse planteado en España.

Unos ejemplos claros de los usos y experiencias en co-digestión pueden ser las mezclas de los siguientes substratos:

- Residuos ganaderos o purines con residuos agrícolas: Se utilizan residuos como espigas, grano en mal estado, salvado es decir todo lo no aprovechable en las cosechas, y se favorece su metanización con los purines.

- Residuos ganaderos o purines con residuos de la industria aceitera: Es exactamente el mismo caso anterior pero con la salvedad de que se utilizan los residuos de la producción de aceite, como huesos, pieles, orujo
- Residuos ganaderos o purines con subproductos hortofrutícolas: El uso más extendido. Los purines consiguen aumentar enormemente la ya de por si alta tasa de producción de biogás de los residuos frutales.
- Residuos ganaderos o purines con subproductos de matadero: Algo similar al caso de estudio, en el que se emplean los purines como potenciador de la metanización de residuos como grasas, pieles, restos de carne, vísceras
- Residuos ganaderos o purines con residuos y subproductos del sector pesquero: Es el uso más abierto a la investigación, ya que el residuo pesquero no ha sido muy estudiado y tiene un gran potencial.
- Residuos ganaderos o purines con desechos lácteos
- Residuos ganaderos o purines con subproductos obtenidos en la fabricación de biodiesel.
- Residuos ganaderos o purines con RSU (Residuos Sólidos Urbanos): Se suele utilizar en las centrales de metanización de residuos para favorecer su metanización ya que la tasa de producción de metano es muy baja.
- Lodos de EDAR en conjunto con RSU: Este es el sistema más parecido al que se plantea en este estudio, en el que se van a digerir a la vez lodos resultantes de depuración y los residuos urbanos. Aun así es un sistema diferente ya que no se utiliza la misma etapa de depuración para la digestión.

4.3.3. Diferencias con el proyecto en cuestión. ¿Por qué constituye una novedad?

De todo lo expuesto anteriormente se concluye que lo que se va a estudiar en este proyecto conforma una gran novedad dentro del panorama español.

Existen experiencias de digestión y co-digestión de distintos residuos, que aportan los datos necesarios para poder realizar el estudio de este proyecto, y son en los que se basarán los cálculos posteriores, pero estos experimentos, aunque guardan relación, no se comparan con el sistema que se propone.

La novedad no reside tanto en la digestión si no en el método de realizarla, en emplear maquinaria que ya está instalada, o debe estar instalada por ley al existir la necesidad de contar con una EDAR dentro de la planta de proceso y de esta manera unificar dos procesos en una misma planta depuración y generación de biogás, creándose una línea de aguas y una línea de residuo y biogás, reduciendo tanto el consumo de agua y energía como la emisión de aguas residuales y contaminantes.

Existen experiencias de digestión conjunta de lodos de EDAR con RSU, pero son totalmente distintas a lo que se propone, ya que se llevan a cabo en un digestor que no está dentro de la planta de procesamiento, y además el residuo es urbano, es decir, muy dispar, por lo que su poder de metanización y la tasa de producción de biogás es muy variable, no pudiendo crearse un flujo más o menos constante de biogás.

Capítulo 5

Diseño de la EDAR capaz de regenerar el agua residual para uso potable

El objetivo principal es conseguir diseñar una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) que permita obtener un efluente de calidad potable para su reutilización directa en la planta, de manera que esta se reutilice en los procesos productivos y otras actividades de las plantas de la industria avícola, estableciendo en la medida de lo posible un circuito cerrado de agua.

Para ello se han de combinar etapas de depuración (EDAR) y de potabilización (ETAP) de manera que se realice el ciclo de agua residual-potable-residual (Figura 31) en la misma planta del proceso, sin necesidad de intervención externa, para reducir al máximo el consumo exterior de agua.



Figura 31. Ciclo de agua residual-potable realizado dentro de la misma planta de proceso.
Fuente: Elaboración propia

El reto es conseguir diseñar esta EDAR de manera que sea lo más sencilla posible, disminuyendo el número de etapas para que se reduzca la superficie en planta necesaria, que sea un proyecto económico y viable, y sobretodo fácil de implementar, porque como se indicó en Capítulo 2, lo usual es que las pantas de proceso existentes cuenten con una EDAR ya instalada.

5.1. Criterio de diseño. Evaluación y decisión

Una EDAR es una instalación necesaria y sobretodo costosa, por lo que se ha de tener especial cuidado a la hora de diseñarla, evaluando bien todas las posibilidades y seleccionando aquel método de diseño que favorezca la consecución de las acciones y resulte en una inversión segura pero con menos necesidad de capital.

Normalmente existe una EDAR en las salas de proceso y se debe de seguir un criterio de diseño que permita reducir el coste de las ampliaciones o cambios que se le puedan hacer a estas estaciones depuradoras. En caso de que se vaya a construir una planta completamente nueva, el criterio de diseño no es muy relevante, mientras que si lo que se pretende es mejorar una planta, el criterio ha de ser cuidadoso y respetuoso con las instalaciones existentes.

5.1.1. Posibles criterios de diseño

La EDAR resultante ha de aunar tanto etapas de depuración como etapas de potabilización, por tanto se pueden dar dos criterios de diseño:

1. Redimensionamiento de todos los elementos de la EDAR existente, de manera que se incremente su tamaño, tiempos de retención y eficiencia. Además, si fuera necesario se han de añadir nuevas etapas al proceso.

2. Añadir etapas nuevas, a continuación de las ya existentes, de manera que se cree un tratamiento terciario más agresivo que asegure un efluente de calidad sin necesidad de alterar ni redimensionar las etapas anteriores (Pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y línea de fangos).

5.1.2. Decisión argumentada del criterio de diseño

Tras analizar los dos posibles criterios para diseñar la nueva planta de tratamiento, se ha decidido que la forma más sencilla, económica y eficaz es la de añadir nuevas etapas al final del proceso de depuración para crear un tratamiento terciario mucho más agresivo y de esa manera asegurar un efluente de calidad para poder ser reutilizado en los procesos de la planta avícola.

Las razones de esta decisión son:

- Se convierte en un sistema fácil de implementar en una EDAR existente ya que la única modificación necesaria consiste en añadir nuevas etapas al final del proceso de depuración sin necesidad de modificar ninguna instalación preexistente.

- La necesidad de inversión de capital es mucho menor debido a que no es necesario modificar ninguna etapa previa.

- La calidad del efluente será mucho más elevada ya que con un tratamiento terciario agresivo se mejora la calidad en mayor medida que modificando las etapas físico-químicas y biológicas porque pueden añadirse tratamientos más específicos (desinfección, ultrafiltración, adsorción).

5.2. Método de diseño

Al haber adoptado un criterio de diseño de adición de etapas de depuración, la mejor forma de diseñar la nueva planta depuradora es:

1. Diseñar una EDAR básica, aquella que permite el vertido del agua residual al exterior porque sus niveles de contaminación están dentro de los límites establecidos para vertido (Una EDAR genérica para una planta de proceso de aves).

2. Diseñar la EDAR ampliada (partiendo de la EDAR base) que permita la regeneración del agua, es decir, añadir nuevas etapas al final del proceso para conseguir un efluente de calidad potable.

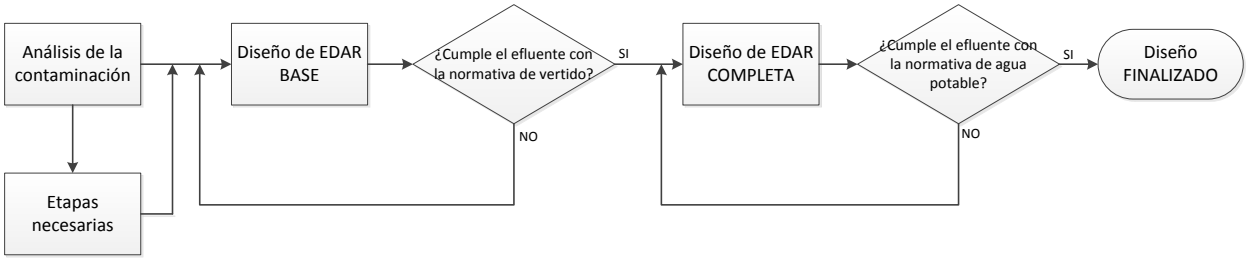


Figura 32. Diagrama de flujo del método de diseño de la EDAR del proyecto. *Fuente: Elaboración propia*

5.3. Selección de las corrientes a depurar

Lo habitual es unir todas las corrientes residuales en una sola, es decir, crear un único afluente residual con todas las aguas y entonces depurarlo todo en conjunto.

Para el caso de estudio, ya que se trata de depurar el agua y obtener un efluente de mucha calidad, la depuración tiene que ser lo más efectiva posible, con lo que se van a depurar las corrientes que mantengan constantes los niveles de contaminación.

La corriente residual sanitaria (lavabos, duchas, sanitarios, limpiabotas) se va a enviar directamente a alcantarillado, no se incluirá en el afluente a depurar, ya que estas son asimilables a aguas residuales urbanas, con una contaminación variable y dispar, que alterarán la eficacia de la depuración.

Así mismo, se verá en capítulos posteriores que se hace necesario utilizar una corriente de agua en la línea de biometanización para conseguir humedad. Se ha decidido enviar la corriente residual correspondiente a la fase de sangrado a esta línea, ya que es ideal para este fin por contener grandes cantidades de materia orgánica y aportar humedad.

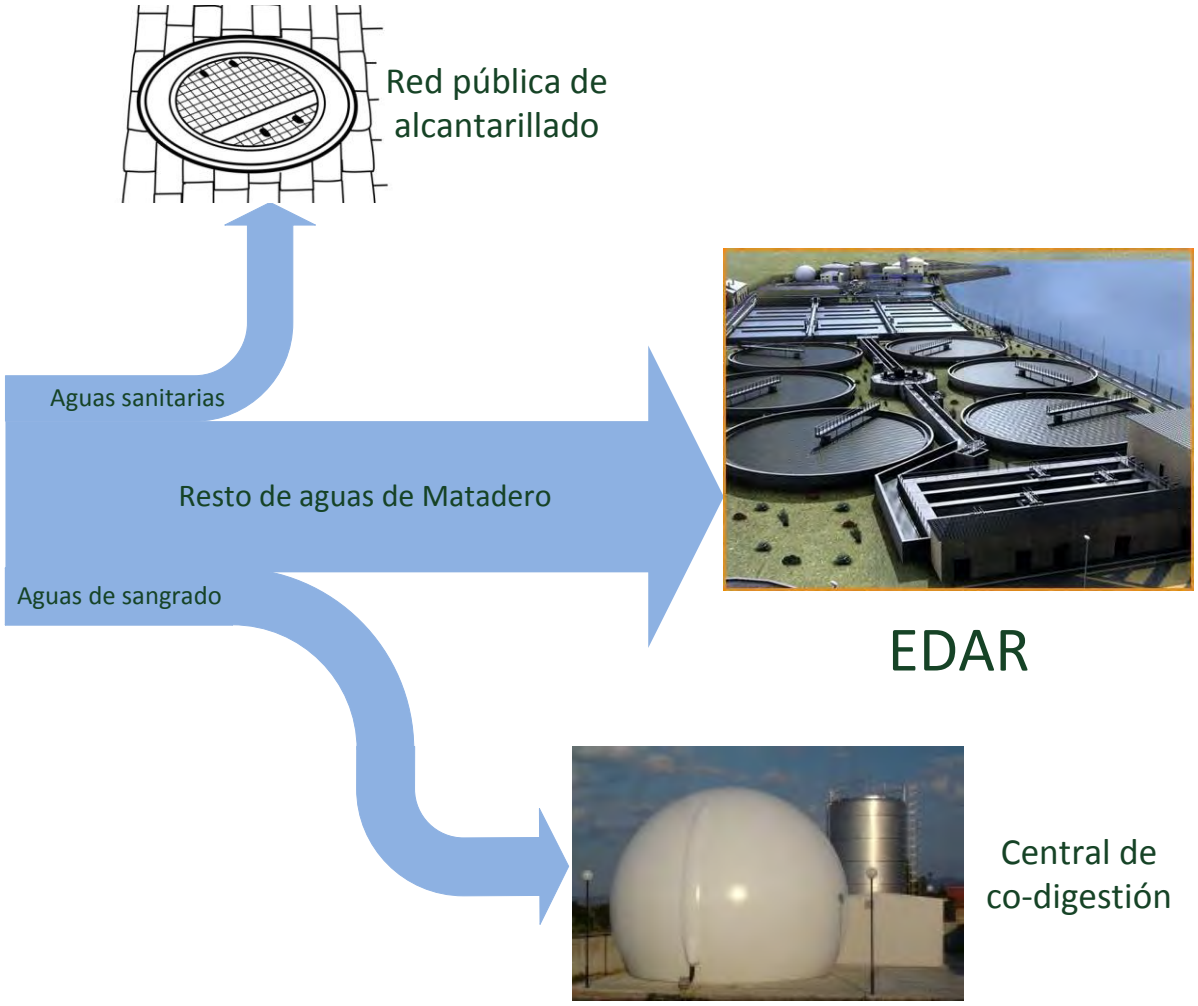


Figura 33. Diagrama y selección de las corrientes residuales a depurar. *Fuente: Elaboración propia*

5.3.1. Cambios en el diseño

Se ha decidido diseñar la EDAR como si estas corrientes también estuvieran incluidas dentro del afluente residual, es decir, como si también se depuraran.

Esto tiene la ventaja de que la depuradora queda sobredimensionada. Si incluyendo todas las corrientes se asegura la calidad, al no incluirla la calidad del efluente depurado será mucho mejor.

5.3.2. Ventajas de la decisión

Al no incorporar a depuración las aguas residuales sanitarias se consigue tener una contaminación fija, fácil de eliminar, con lo que el proceso de depuración se vuelve más efectivo.

Así mismo se elimina la corriente de sangrado (la corriente más contaminante), con lo que la contaminación del agua residual se reduce drásticamente, pasando a ser un agua mucho menos

contaminada, en especial por color (la característica más difícil de eliminar en depuración) y materia orgánica, volviéndose infinitamente más efectivo el tratamiento de depuración.

Al mantener los mismos procesos de depuración, como si estas corrientes si se depuraran, la EDAR quedará sobredimensionada, pero conviene para poder asegurar la calidad potable que se espera. La depuración será mucho más efectiva de lo esperado.

5.4. Diseño de la EDAR BASE

La EDAR base es aquella que depura las aguas residuales y permite su vertido al exterior porque los niveles de contaminación del caudal de salida entran dentro de los parámetros. Sería un ejemplo de la EDAR existente en cualquier sala de proceso.

Esta etapa no constituye ninguna novedad pero es necesaria para poder realizar el dimensionado de la EDAR ampliada, la finalidad del proyecto.

Así mismo resulta interesante crear un método estandarizado de diseño para cualquier EDAR, ya que no existe un método fijo de dimensionamiento (la mayoría de los procesos no pueden controlarse y necesitan estar monitorizados constantemente, lo que impide su generalización, caracterización y estandarización), y además puede servir de ayuda para futura mejoras que se deseen hacer en la EDAR.

El proceso a seguir para diseñar la EDAR base es el que se muestra en Figura 34.

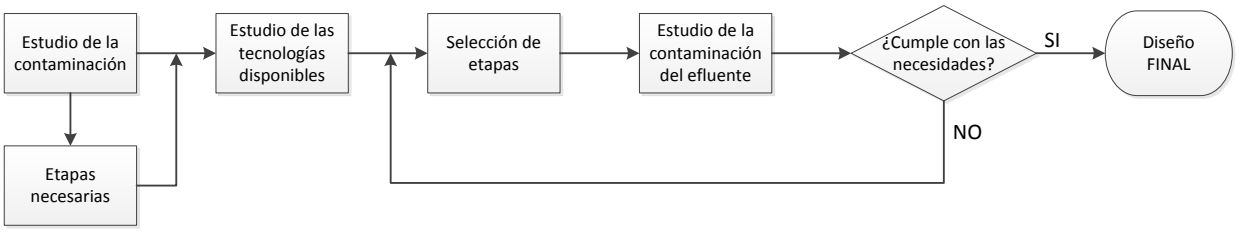


Figura 34. Diagrama de flujo del método de diseño de la EDAR base. *Fuente: Elaboración propia*

5.4.1. Análisis de la contaminación. Etapas necesarias.

En capítulos anteriores se caracterizaron las aguas residuales (Capítulo 2), analizando los contaminantes fundamentales, los parámetros sobre los que influían, las características que aportaban a dicho agua residual, y estableciendo intervalos típicos de contaminación.

Como las concentraciones de los contaminantes son tan dispares y sus intervalos tan amplios, se va a tomar un caso concreto de una planta de proceso y se va a diseñar la EDAR para esa contaminación específica.

Los parámetros a controlar en la contaminación del agua residual se establecieron en Capítulo 2 y son los que se muestran en la Tabla 7.

5.4.1.1. Niveles de contaminación de entrada (agua residual bruta)

Se va a partir de los datos de contaminación del agua residual de una planta en concreto, cuyos niveles están dentro de los intervalos típicos de contaminación establecidos.

Dicha contaminación se recoge en la siguiente tabla:

	Máximo	**Mínimo**	**Medio**
$DQO\ [mg/l]$	1815,7	1255	1509,54
$DBO_5\ [mg/l]$	1357,74	993,45	1161,40
$SST\ [mg/l]$	653,33	443,67	538,39
$SSV\ [mg/l]$	604,67	382,33	480,82
$AyG\ [mg/l]$	302,3	87,9	163,01
$NTK\ [mg/l]$	123,2	102,71	112,49
$P\ [mg/l]$	17,22	6,48	10,56
pH	6,48	6,3	6,39

Tabla 14. Datos de contaminación del agua residual de una planta de proceso avícola general. *Fuente: Elaboración propia*

Como se observa se suelen dar los niveles máximos de contaminación registrados, los mínimos, y el valor medio de ellos. Se dimensiona con los valores medios multiplicados por un coeficiente de seguridad (coeficiente punta) elegido de tal manera que la contaminación de diseño abarque los valores máximo y mínimo de todos los componentes.

5.4.1.2. Niveles de contaminación de salida (admisibles para vertido)

Estos son los niveles de contaminación con las que debe salir el efluente de agua depurada de la EDAR. En este caso los niveles de contaminación de salida son los límites máximos de contaminación de vertido admitidos por la normativa Europea. Dichos límites son:

$DQO\ [mg/l]$	$DBO_5\ [mg/l]$	$SST\ [mg/l]$	$N\ [mg/l]$	$P\ [mg/l]$
125	25	35	10-15	2

Tabla 15. Límites admisibles de contaminación para vertido según normativa europea. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de Dir. 91/271/CEE*

5.4.1.3. Selección de procesos necesarios

Con la comparación de los niveles de contaminación de entrada y los requeridos en el efluente, además de otras herramientas, se pueden deducir los procesos básicos necesarios con los que debe de contar la EDAR para realizar su función de depuración.

5.4.1.3.1. Biodegradabilidad del agua $(DBO_5\ y\ DQO)$

El ratio biodegradabilidad del agua se define como el cociente entre la DBO_5 y la DQO.

$$Biodegradabilidad = \frac{DBO_5}{DQO}$$

La DBO_5 (demanda biológica de oxígeno) es una medida de la cantidad de materia orgánica biodegradable de la que se compone el agua residual, mientras que la DQO (demanda química de oxígeno) es una medida de la cantidad de materia orgánica total (biodegradable y no biodegradable) de la que se compone el agua residual.

Cuanto más biodegradable sea el agua, es decir, cuanto mayor sea la DBO_5 frente a la DQO, la materia orgánica será en mayor medida biodegradable y será necesario un tratamiento biológico más intenso.

Por el contrario, cuanto menos biodegradable sea el agua, menos materia orgánica contendrá y el tratamiento biológico necesario será menos intenso, llegando incluso a poder eliminarlo y sustituirlo por un tratamiento químico.

En general, con el cociente entre DBO_5 y DQO podremos averiguar cuál es el tratamiento biológico más adecuado para el agua residual a tratar (Ver sección 5.4.2.1.3).

Para el caso de estudio, se tiene $DQO = 1509,54\ mg/l$ y $DBO_5 = 1161,40\ mg/l$, por lo que se deduce que:

$$\frac{DBO_5}{DQO} = 0{,}7693 \longrightarrow \frac{DBO_5}{DQO} > 0{,}4$$

El agua residual a tratar es bastante biodegradable y necesitará un tratamiento biológico intenso, preferiblemente un tratamiento de fangos activos.

Puede valorarse la opción de instalar un digestor anaerobio en lugar de fangos activados ya que la materia orgánica biodegradable es considerablemente elevada. El problema que presentan estos digestores es que los tiempos de retención son muy elevados, con lo que su tamaño se incrementa. Si además la finalidad de la EDAR es regenerar el agua y establecer un circuito cerrado con ella no es buena idea incluir este digestor con tiempos de retención tan elevados, ya que sería muy difícil alcanzar el estado estacionario.

5.4.1.3.2. Sólidos en suspensión (Turbidez) $(SST\ y\ SSV)$

Valor entrada $[mg/l]$	Admisible para vertido $[mg/l]$
538,39	35

Tabla 16. Comparativa entre la contaminación de entrada y la admisible para vertido de los sólidos en suspensión. *Fuente: Elaboración propia*

Se observa que es necesario reducir los sólidos en suspensión para adaptarlos a la normativa y obtener el efluente con la calidad necesaria. Los elementos que influyen en la concentración de los SS son entre otros plumas, vísceras, coágulos de sangre es decir sólidos de tamaño considerable y flotantes que pueden eliminarse fácilmente en una etapa de desbaste y tamizado.

Otros sólidos de menor tamaño (prácticamente inexistentes) sedimentaran en una etapa de decantación primaria o en la decantación secundaria tras el tratamiento biológico.

5.4.1.3.3. Aceites y grasas (AyG)

Valor entrada $[mg/l]$	Admisible para vertido $[mg/l]$
163,01	-

Tabla 17. Comparativa entre la contaminación de entrada y la admisible para vertido de los aceites y grasas´. *Fuente: Elaboración propia*

La concentración de aceites y grasas es muy grande. Estos aceites también constituyen materia orgánica biodegradable, por lo que influyen en gran medida en la DBO_5.

Se hace entonces necesario eliminar estos contaminantes, y ello contribuirá a disminuir la contaminación orgánica del agua, de manera que el tratamiento biológico será mucho más eficiente.

Se ha de incluir una etapa de desengrasado.

5.4.1.3.4. 5.4.1.3.4 Nitrógeno y fósforo $(NTK\ y\ P)$

Nitrógeno		Fósforo	
Valor entrada $[mg/l]$	Valor admisible para vertido $[mg/l]$	Valor entrada $[mg/l]$	Valor admisible para vertido $[mg/l]$
112,50	10-15	10,56	2

Tabla 18. Comparativa entre la contaminación de entrada y la admisible para vertido del nitrógeno y fósforo. *Fuente: Elaboración propia*

Se observa en la tabla que los niveles de nitrógeno son relativamente altos y se necesita reducirlos enormemente, mientras que el nivel de fósforo es alto pero no es necesaria una reducción tan drástica.

Estos dos contaminantes pueden reducirse de dos maneras:

- Mediante un tratamiento con adición de sustancias químicas para que los contaminantes precipiten en forma de sales u otros compuestos.
- Con un tratamiento biológico basado en la Nitrificación-Desnitrificación o alternando zonas anóxicas, aerobias y anaerobias.

Esta segunda opción es la adecuada, así no es necesario la adición de ninguna sustancia química. Con este proceso que incluye etapas de nitrificación y desnitrificación en el proceso biológico, el nitrógeno se reduce con un rendimiento muy alto, alcanzando los valores necesarios. El nivel de fósforo también se reduce sin necesidad de un tratamiento específico ya que su nivel de concentración no es demasiado alto.

Se hace necesario incluir un tratamiento biológico con Nitrificación-Desnitrificación.

Al incluir esta etapa se hace necesario que el tratamiento biológico sea de fangos activos, con lo cual el digestor anaerobio queda descartado.

5.4.1.3.5. Otros factores

Otros factores importantes pueden ser el color, fundamentalmente aportado por la incorporación de sangre al agua residual. Así mismo la sangre aporta grandes cantidad de materia orgánica.

Se ha visto anteriormente que no se va a someter a depuración ni el agua procedente de la etapa de sangrado ni las aguas residuales sanitarias, por lo que se reducirá drásticamente el nivel del color y de materia orgánica (DBO_5), incluso a la mitad.

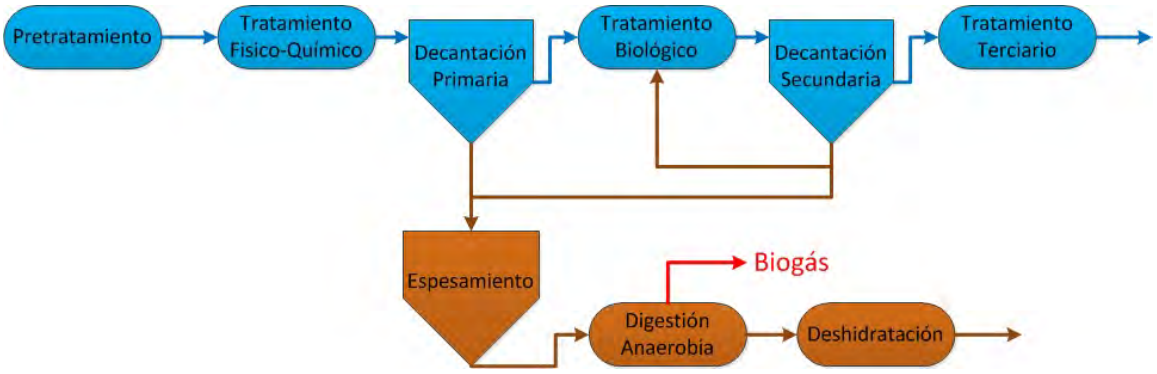
Gracias a esta decisión la EDAR generará un efluente de mucha mejor calidad que el esperado. Aun así, por temas de seguridad, se ha decidido dimensionar la EDAR como si estas corrientes si se incluyeran, con lo que se asegura que la calidad del agua será mucho mejor que la esperada con estos cálculos.

5.4.2. Selección de las etapas

Una vez estudiadas las necesidades de la EDAR a diseñar, se han de elegir las etapas con las que ha de contar.

Las fases principales de una EDAR son:

- En la línea de aguas se depura el agua residual. A la EDAR llega el efluente de aguas residuales, y tras pasar por todos sus fases, se obtiene un afluente de agua depurada, que en el caso de estudio será agua regenerada que asegure la calidad sanitaria para el consumo humano. La línea de aguas generalmente se divide en cuatro tratamientos principales:
  - **Pretratamiento**: En el que se adecua el efluente para poder ser tratado en las fases posteriores.
  - **Tratamiento primario o físico-químico**: Donde se eliminan principalmente los contaminantes físicos, químicos y sólidos.
  - **Tratamiento secundario o biológico**: Cuya función es reducir la contaminación orgánica y biológica del agua.
  - **Tratamiento terciario o avanzado**: Utilizado si se quiere obtener un efluente de calidad o cuando los tratamientos anteriores no son suficientemente efectivos.
- La línea de fangos es aquella que recoge todos los residuos o fangos que van surgiendo en la depuración tras eliminarse los contaminantes. Los fangos han de ser tratados en las siguientes fases fundamentales:
  - **Espesamiento**: En la que se elimina la mayor parte del agua que contienen, pero se dejan con la humedad necesaria para poder estabilizarlos en fases posteriores.
  - **Estabilización o digestión**: Que se estabilizan los fangos para poder ser retirados con seguridad. Cabe destacar que esta etapa puede ser un proceso de digestión anaerobia, en la que se producirá biogás que puede aprovecharse como fuente de energía.
  - **Deshidratación y secado**: Donde finalmente se retira todo el exceso de agua, resultando los fangos listos para poder ser retirados.



El método de selección de las etapas consiste en ir completando las fases de pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario con las etapas necesarias para satisfacer las necesidades derivadas de la contaminación y con otras etapas obligatorias por normativa o por necesidad para cumplir con los límites de vertido.

Esto se realiza estudiando las tecnologías disponibles, decidiendo si son necesarias o no y si sus rendimientos se adaptan a los límites admisibles de vertido.

5.4.2.1. Método general de selección de etapas

Tras una exhaustiva búsqueda y consulta en la bibliografía disponible en el mundo de la depuración de aguas, se ha podido crear un método general de selección de etapas, en forma de esquema, en el que se muestran todas las etapas disponibles para incluir en el proceso de depuración.

Estas etapas pueden incluirse o no, ello depende de la contaminación del agua y de la calidad que se quiera obtener. Otras, por el contrario, es obligatorio incluirlas por necesidades del proceso o bien porque la normativa obliga, como es el caso de la desinfección.

El esquema generado es el siguiente:

5.4.2.1.1. Esquema de selección del pretratamiento

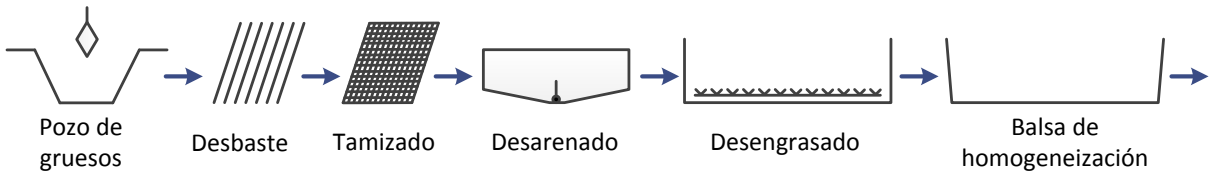


Figura 35. Esquema de selección de las etapas para pretratamiento. *Fuente: Elaboración propia*

Se seleccionará el pretratamiento en función de las necesidades derivadas de la contaminación y aquellos contaminantes que se han de eliminar.

5.4.2.1.2. Esquema de selección del tratamiento primario

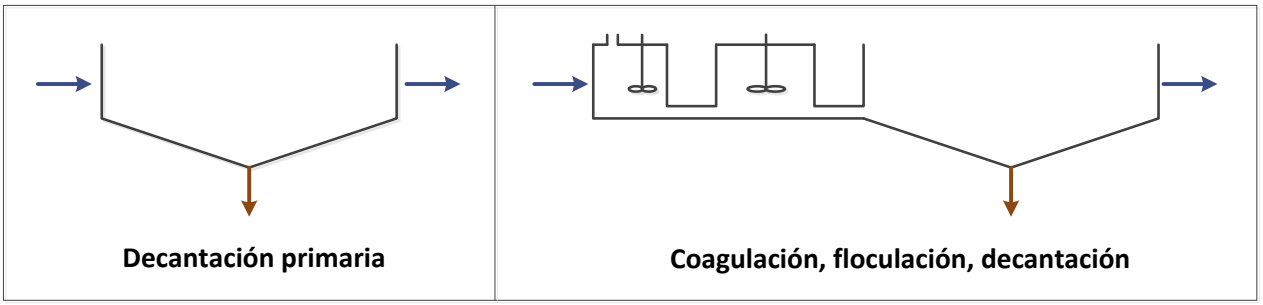


Figura 36. Esquema de selección de las etapas para tratamiento primario. *Fuente: Elaboración propia*

- Por lo general se seleccionará una **decantación primaria**.
- El sistema de **coagulación, floculación y decantación** se utilizará si existen sales disueltas que se han de eliminar o problemas con coloides (sólidos en suspensión que no son capaces de decantar por gravedad).

5.4.2.1.3. Esquema de selección del tratamiento secundario

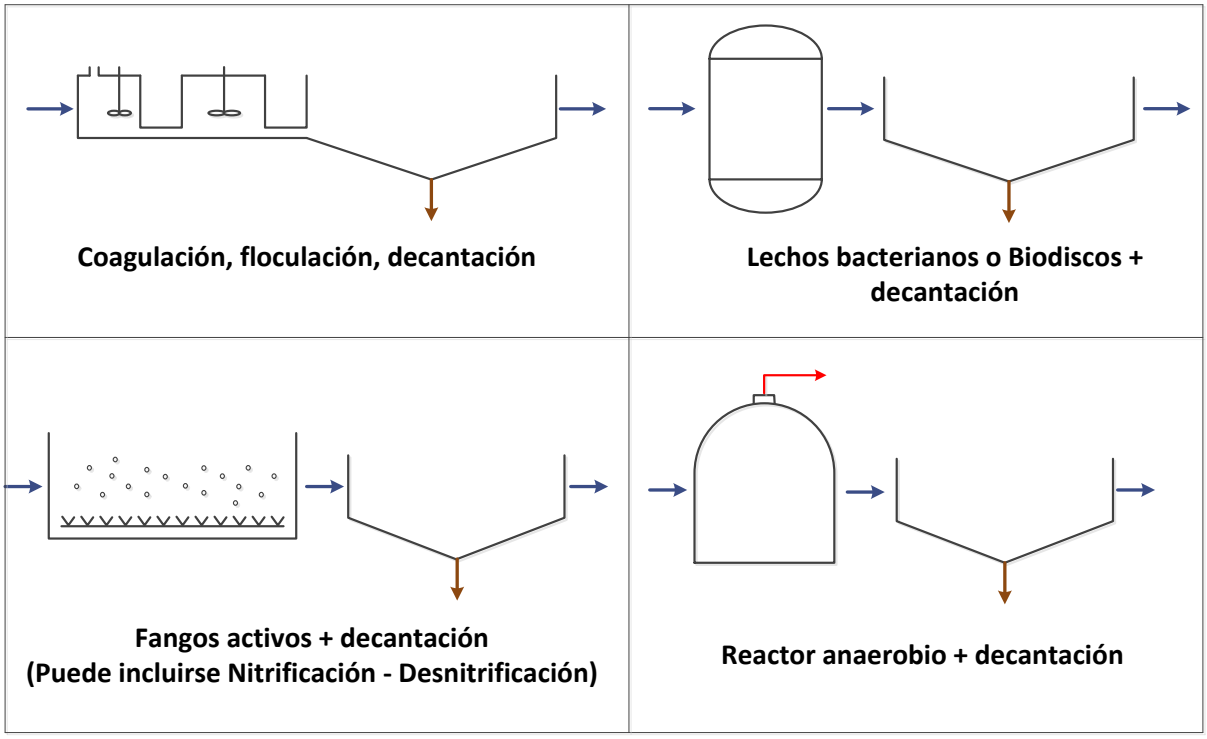


Figura 37. Esquema de selección de las etapas para tratamiento secundario. *Fuente: Elaboración propia*

Por lo general se escogerán las etapas según:

- **Coagulación, floculación, decantación:** Si $\frac{DBO_5}{DQO} < 0{,}2$,se supone que el agua no es muy biodegradable, con lo que su contaminación será principalmente inorgánica. En este caso, si el tratamiento primario consta también de una etapa CFD, este se transformará en una decantación primaria simple.
- **Lechos bacterianos o biodiscos:** Es un tratamiento ideal para aguas residuales con una carga orgánica ligera, es decir, si $\frac{DBO_5}{DQO} = 0{,}2 - 0{,}4$
- **Fangos Activos :** Es el tratamiento biólogico por excelencia, con grandes resultados en la eliminación de carga orgánica. Se empleará si $\frac{DBO_5}{DQO} > 0{,}4$. Puede sustituirse este tratamiento por uno biológico basado en la nitrificación-desnitrificación si se considera que conviene eliminar cantidaddes de nitrógeno durante el tratamiento biológico.
- **Reactor biológico anaerobio:** Puede considerarse esta opción si $DBO_5 > 1800mg/l$. Esto es conveniente para aprovechar la producción de biogás al someter a digestión en ausencia de aire un agua con elevada carga orgánica.
- **Otros:** Existen nuevos tratamientos biológicos en desarrollo, menos habituales, como los humedales, los lechos de turba...

5.4.2.1.4. Esquema de selección del tratamiento terciario

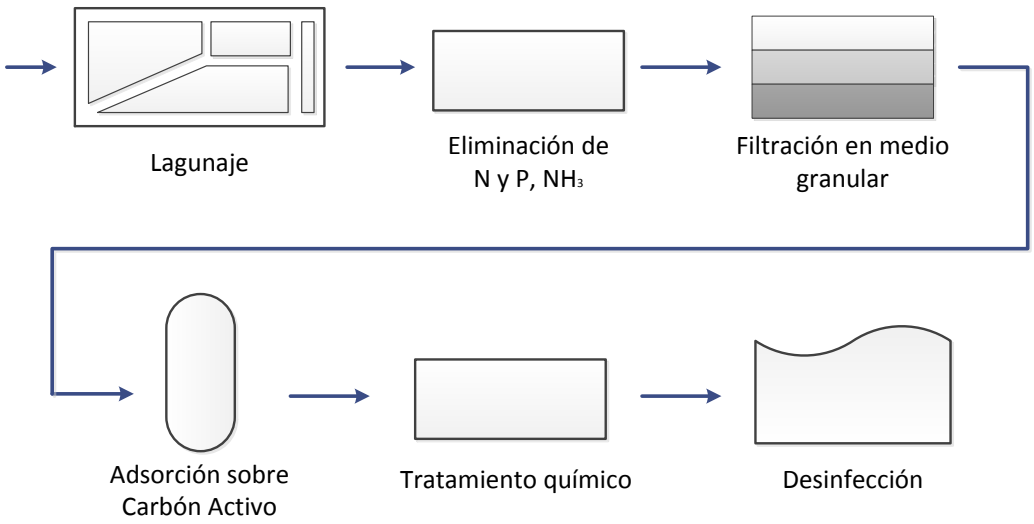


Figura 38. Esquema de selección de las etapas para tratamiento terciario. *Fuente: Elaboración propia*

Las etapas se elegirán en función de la calidad del efluete deseado, ya que este tratamiento es utilizado para adecuar y mejorar la calidad de la salida de la EDAR.

- **Lagunaje:** Se usará si se tiene una $DBO_5 > 25mg/l$, es decir si hay que reducir la carga orgánica, y además si no se necesita disponer del agua inmediatamente. En ese caso se tendría que solucionar el problema de la materia orgánica de otra manera.

- **Eliminación de N, P, amoniaco... :** En caso de que no se haya incluido en el biológico una etapa para la eliminación de N y P, y sea necesario reducir su cantidad, se incluirá esta etapa. También es necesaria para eliminar el amoniaco NH_3.
- **Filtración en medio granular:** Se utiliza para reducir los sólidos en suspensión, patógenos y materia orgánica. Suelen intercalarse varios niveles de filtración con distintos medios y distintas porosidades, por lo general arena, antracita y granate.
- **Adsorción sobre carbón activo:** Para eliminar malos olores y sabores, color, compuestos orgánicos volátiles (COV), algo de detergentes y patógenos.
- **Tratamiento químico:** Para corregir el pH, añadir otras sustancias...
- **Desinfección :** Suele ser una etapa obligatoria por normativa, y se encarga de reducir la contaminación de patógenos, microorganismos... en definitiva desinfectar el agua, y por lo general dejar en el efluente cierta concentración de desinfectante residual. Suelen utilizarse los métodos de cloración, radiación ultravioleta, ozonización...

5.4.2.1.5. Esquema de selección de la linea de fangos

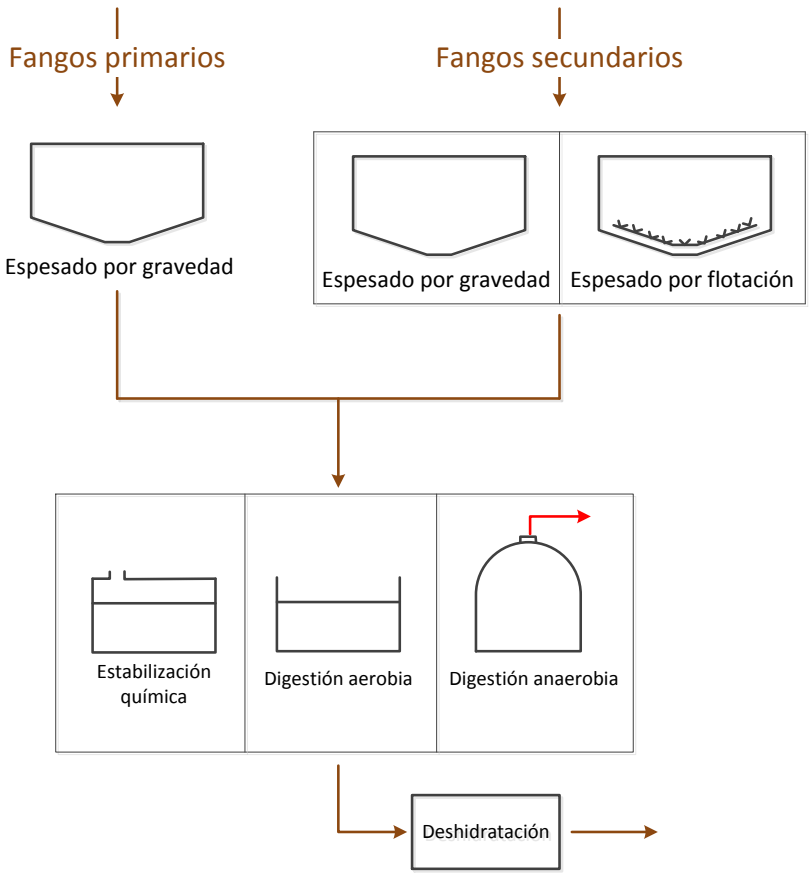


Figura 39. Esquema de selección de las etapas para linea de fangos. *Fuente: Elaboración propia*

El proceso de elección de etapas será el siguiente:

1. **Fangos primarios:** Siempre espesarán por gravedad, ya que la contaminación eliminada en esta etapa son sólidos decantados.

2. **Fangos secundarios:** Son los que provienen del tratamiento biológico.

   - **Espesado por gravedad:** Se utiliza si el tratamiento es CFD, que los flóculos precipitarán por gravedad.
   - **Espesado por flotación:** Se empleará en caso de que el tratamiento sea biológico, donde los fangos tiene una densidad muy baja y necesitarán espesar por flotación, separándolos del agua mediante soplantes y burbujas de aire.

3. **Disgestión o estabilización de lodos:** Es una etapa necesaria para poder retirar los lodos o fangos de manera segura.La elección depende de la contaminación que se haya eliminado del agua residual.

   - **Estabilización química:** Se empleará en caso de que la contaminación del agua sea mayormente inorgánica y química.
   - **Digestión aerobia:** Se estabilizan los lodos sometiéndolos a un tratamiento biológico con presencia de aire, similar a los tratamientos de aguas, de manera que el lodo queda estabiilizado. Se usará si la contaminación del agua era orgánica, pero con biodegradabilidad no muy alta.
   - **Digestión anaerobia:** Se estabilizan los lodos sometiéndolos a un tratamiento biológico anaerobio, sin aire, para aprovechar la producción de biogás. Se empleará en caso de que la contaminación eliminada del agua fuera de alta biodegradabilidad, con una DBO_5 muy elevada.

4. **Deshidratación:** Se emplea para eliminar la totalidad del agua de los fangos y que quede el residuo sin humedad. Las tecnologías empleadas dependen del espacio o superficie disponible. Pueden ser eras de secado, filtros bandas, filtros prensa...

5.4.2.2. Etapas del pretratamiento

Tras haber analizado las necesidades derivadas de la contaminación y las tecnologías disponibles, se ha decidido incluir unas etapas de:

- **Desbaste:** Para eliminar grandes sólidos, aunque es muy poco probable encontrar alguno, pero es buena idea instalarlo por seguridad de la planta depuradora, para evitar atascos en las etapas sucesivas y en las canalizaciones.
  Esta etapa, al retirar elementos gruesos, se considera que no provoca ningún efecto de reducción de contaminación.

- **Tamizado:** En el que se eliminarán sólidos como plumas, coágulos, heces, vísceras que pueden no retirarse en el desbaste y es necesario eliminarlo para que las siguientes etapas tengan un rendimiento mejor, y además evitar atrancos en la instalación.
  En términos de efectos sobre la contaminación, tras estudiar varios casos en bibliografía, se consideran estas reducciones:

%	SS	Otros datos
Tamizado	11 %	Se puede reducir la DBO_5 y AyG pero no con niveles significativos.

Tabla 19. Rendimientos de depuración de la etapa de tamizado. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía.*

- **Desengrasado:** Como su nombre indica, se utiliza para eliminar los contaminantes en forma de grasas y aceites. Además se eliminarán espumas y otros flotantes que hayan podido resultar de las etapas anteriores.
  Se consideran estos rendimientos de reducción:

%	AyG	DBO	Otros datos
Desengrasado	75-90 %	5-10 %	El resto de aceites se eliminan facilmente en el biológico.

Tabla 20. Rendimientos de depuración de la etapa de desengrasado. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía*

- **Balsa de homogeneización:** Es un gran depósito utilizado principalmente para absorber los picos de caudal, es decir, para que a la salida de esta balsa el caudal de agua residual sea siempre constante, evitando así tener que dimensionar todos los elementos que irán a continuación para que sean capaces de admitir grandes picos de caudal. De esta manera se consigue tener un flujo constante en la estación depuradora. Por el hecho de estar el agua en reposo durante bastante tiempo se consigue homogeneizar también la contaminación, obteniéndose así unos niveles constantes.

Se ha decidido que no será necesaria una etapa de desarenado, ya que no hay contaminantes que proporcionen arenas o gránulos. En todo caso sedimentarán en la decantación primaria.

5.4.2.3. Etapas del tratamiento primario

Se ha decidido que el tratamiento primario ha de constar de una única etapa:

- **Decantación primaria:** En la que todos los sólidos y la contaminación sedimentable se eliminará por decantación. Esto es alrededor del 60 % de los sólidos en suspensión y el 30 % de la materia orgánica biodegradable.
  En esta etapa se consideran estos rendimientos de depuración:

%	SS	DBO	N y P	Patógenos (B.Colli)
Decantación primaria	60 %	33 %	10 %	25-55 %

Tabla 21. Rendimientos de depuración de decantación primaria. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía*

No se cree necesario añadir en esta etapa un proceso de coagulación y floculación. Este proceso elimina principalmente coloides en forma de sales disueltas, que no tiene un nivel relevante en la contaminación de esta agua residual. Además, esta etapa requiere un tiempo de retención bastante elevado para que los coloides puedan flocular y decantar, lo que no conviene si se quiere establecer un circuito cerrado de agua, que requiere la mayor rapidez de tratamiento posible para poder disponer del agua cuanto antes.

5.4.2.4. Etapas del tratamiento secundario o biológico

La misión fundamental de esta fase de la depuración es eliminar la materia orgánica contaminante, y en todo caso, nutrientes como nitrógeno y fósforo.

Tras analizar la biodegradabilidad del agua, que se ha estimado en $\frac{DBO_5}{DQO} = 0{,}7693 \longrightarrow \frac{DBO_5}{DQO} > 0{,}4$, por lo que el tratamiento biológico más adecuado es el aerobio de fangos activos o lodos activados.

Se ha explicado anteriormente que también puede valorarse el uso de un digestor anaerobio ya que la cantidad de materia orgánica biodegradable es elevada, y de esta manera se favorece la producción de biogás, otro de los objetivos principales del proyecto. El principal problema que presenta este tipo de digestores es el elevado tiempo de retención necesario para poder eliminar la materia orgánica, es decir, el agua ha de permanecer un largo tiempo dentro del digestor, lo que conlleva que el tamaño del tanque sea grande para poder contener el caudal que entraría durante el tiempo de retención hidráulico.

Así mismo, se ha explicado que el objetivo principal es establecer un circuito cerrado de agua, y tiempos de retención tan elevados, de más de 10 días (Figura 40), no favorecen esta acción, haciendo muy difícil alcanzar un estado estacionario y reduciendo la disponibilidad de agua.

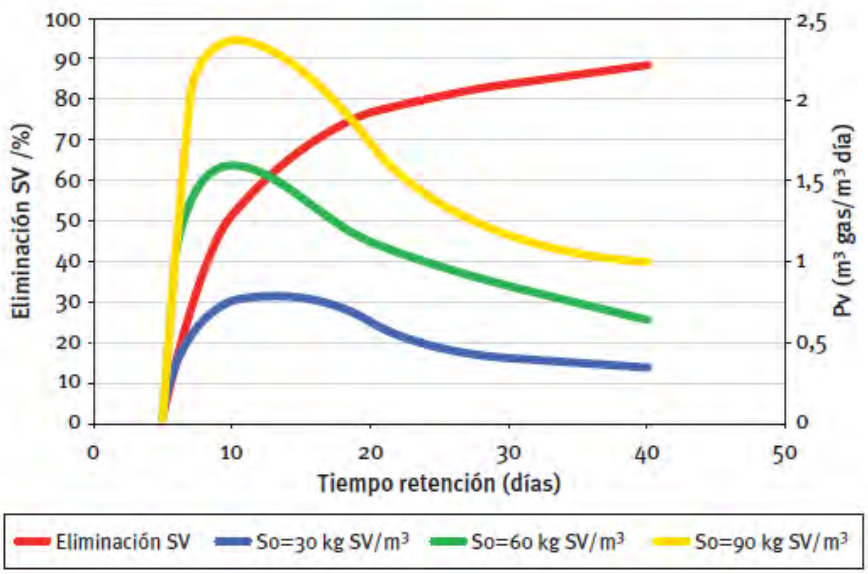


Figura 40. Rendimientos y tiempos de retención típicos en digestores anaerobios

Una vez descartado el digestor anaerobio, se ha de tomar una nueva decisión. Es posible eliminar nutrientes como nitrógeno (y algo de fósforo) con el tratamiento biológico, incluyendo en los fangos activos etapas de nitrificación y desnitrificación. Otras alternativas es eliminarlos por precipitación química, o en otros procesos o etapas posteriores.

Debido a los altos niveles de nitrógeno, y porque con esta medida se pueden suprimir etapas posteriores, conviene realizar un tratamiento biológico basado en la nitrificación-desnitrificación, que cumple las mismas funciones que el tratamiento de fangos activos, pero además ayuda a eliminar las grandes cantidades de nitrógeno existentes.

Además, presenta una ventaja, y es que además se produce también un pequeño descenso de los niveles de fósforo, y como la concentración de este no era muy elevada, será suficiente para cumplir con las normativas de vertido.

Por todo lo mencionado se decide que el tratamiento biológico ha de constar de:

- **Tratamiento biológico basado en la nitrificación-desnitrificación:** Que cumple con las mismas funciones que un tratamiento de fangos activos, es decir, elimina la materia orgánica (DBO_5 y DQO), y además elimina el nitrógeno, y como efecto secundario, parte del fósforo.

- **Decantación secundaria:** Necesaria para que sedimenten los contaminantes eliminados en el tratamiento, y algunos sólidos en suspensión que antes no podían sedimentar y ahora tras el tratamiento sí.

Con este tratamiento se consiguen estos porcentajes de reducción:

%	DBO	SS	N	Patógenos (B.Colli)
Nitrificación-Desnitrificación en fangos activos + Decantación Secundaria	80-99 %	80-99 %	85-90 %	90 %

Tabla 22. Rendimientos de depuración de un tratamiento secundario basado en la nitrificación-desnitrificación con decantación secundaria. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía*

5.4.2.5. Etapas del tratamiento terciario o avanzado

Dado que esta EDAR únicamente ha de cumplir la función de eliminar la contaminación del agua hasta los niveles en los que la normativa permite verter al exterior el efluente.

Por normativa se ha de incluir una etapa de desinfección, que deje cierta cantidad de desinfectante residual, en este caso se ha elegido una cloración, es decir, se añade cloro (Cl_2) que es el elemento muy efectivo como desinfectante, sencillo de adquirir y de utilizar, con menor coste, y que además permite que quede desinfectante residual en el agua tratada.

Como ya se han eliminado contaminantes en las etapas anteriores, no se cree necesario añadir ninguna etapa más al sistema de depuración, por ello el tratamiento terciario ha de contar con la etapa de:

- **Desinfección por cloración:** Que consiste en la adición de cloro (Cl_2) como agente desinfectante. Permite eliminar contaminantes tipo patógenos y microorganismos, y además de algo de materia orgánica. También es útil para eliminar amonio (que se transforma en cloraminas), hierro y sulfuros. Pero principalmente interesa ya que reduce el color, olor y sabor, características difíciles de eliminar con otras etapas.

Los rendimientos de esta etapa de depuración se establecen en:

%	DBO	SS	Patógenos (B.Colli)	N y P
Desinfección por cloración	95 %	95 %	98-100 %	5-12 %

Tabla 23. Rendimientos de depuración de la desinfección por cloración. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía*

5.4.2.6. Componentes de la línea de fangos

En esta línea se van a tratar todos los fangos, es decir, toda la contaminación sedimentada tras los tratamientos, para poder estabilizarla y trasladarla de forma segura a vertedero, ya que los lodos están clasificados como residuos peligroso de categorías Q8/ D15/ P33/ C22/ H5 según el *RD 833/88* y *RD 952/97* que se adjuntan. Por ello se hace necesario tratar estos residuos para su evacuación segura según normativa.

Por lo general, la línea de fangos consta de una etapa de espesamiento, en la que se elimina gran parte del agua que contienen los fangos, seguido de la etapa de estabilización, que puede ser química (por adición de sustancias químicas como cal $CaCO_3$) o biológica, con tratamientos aerobios o anaerobios. Por último se puede incluir una etapa de deshidratación para eliminar todo el agua que contengan los fangos y proceder a su retirada a vertedero.

Como el tratamiento primario es un tratamiento físico, y el secundario biológico, los fangos resultantes son muy diferentes, por lo que los espesamientos no serán procesos iguales.

Los fangos primarios, resultantes tras una decantación, son capaces de sedimentar por su propio peso y por ello el espesamiento necesario será un espesamiento por gravedad, que como su propio nombre indica favorece es espesamiento de fangos por la decantación debida a su propio peso y a la gravedad.

Los fangos secundarios o resultantes del biológico son aquellos que aparecen tras la digestión de los microorganismos de los fangos activos, y en este caso también por la eliminación de nutrientes (nitrógeno). Lógicamente, estos fangos no decantan por efecto de la gravedad, si no se hubieran eliminado en la decantación primaria. Son unos fangos más ligeros y mucho menos densos, por lo que la separación del agua no puede hacerse por gravedad, si no que será un espesamiento por flotación. Esto se consigue a través de burbujas de aire que arrastran hacia la superficie los fangos (que tienen poca densidad) y el agua queda en la parte baja de la decantación.

Una vez espesados los fangos estos se someten a una estabilización. Debido a que es una depuradora fundamentalmente biológica, la estabilización química no tiene mucho sentido. Se decide instalar una digestión anaerobia, no solo porque son fangos contaminados con alta carga orgánica, si no principalmente para producir biogás, objetivo del proyecto.

Por ello la línea de fangos ha de contar con las siguientes etapas:

- **Espesamiento por gravedad:** Para eliminar parte del agua de los fangos primarios. Este decantador consiste simplemente en un contenedor en el que irán sedimentando los fangos lentamente y el agua del sobrenadante se retirará para devolverla a la cabecera de la EDAR y volver a someterla al tratamiento.

- **Espesamiento por flotación:** Se retira la mayor parte del agua de los fangos secundarios a través de aire soplado. Como los fangos secundarios son mucho menos densos no pueden decantar por efecto de la gravedad, por ello se utilizan soplantes para generar burbujas de aire y arrastrar hacia la superficie el fango. En este caso el sobrenadante es fango, mientras que el agua, que se queda en la parte baja del contenedor, se retira y se devuelve a la cabecera de la EDAR para volver a depurarla.

- **Digestión anaerobia:** Para estabilizar los fangos se ha decidido someterlos a estabilización anaerobia, en ausencia de aire, para generar biogás, objetivo fundamental del proyecto. Los fangos son muy adecuados para la digestión anaerobia, y de hecho es la mejor opción para estos residuos, de una industria concreta.

- **Deshidratación:** Esta etapa, que no es muy relevante, ya que los fangos que en realidad se digerirán en la central de biometanización, se llevarán directamente a compostaje, con lo que esta etapa puede no incluirse.

5.4.2.7. Solución

Con todo lo anterior, y las decisiones tomadas, el esquema de la EDAR base que resulta es la siguiente:

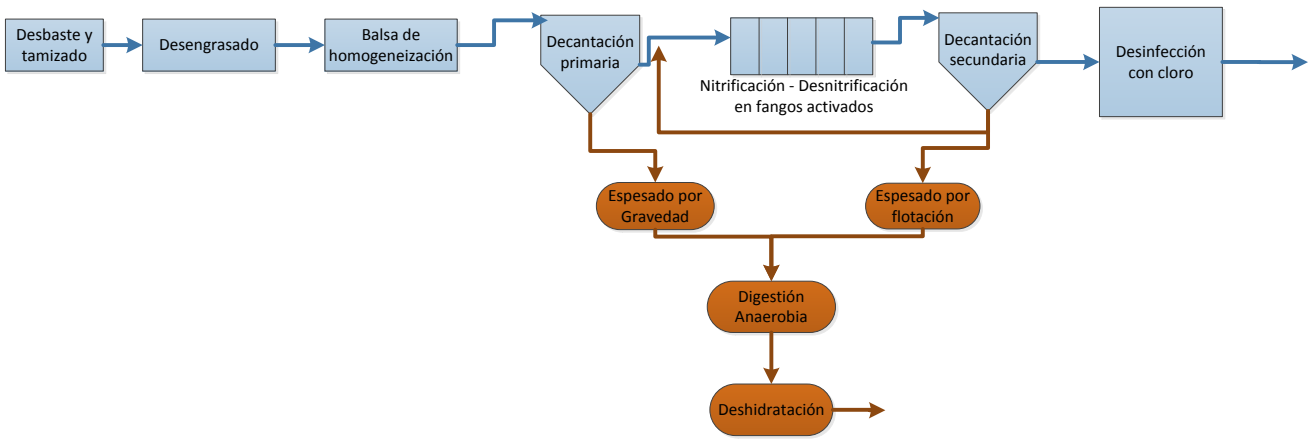


Figura 41. Diseño final de la EDAR base. *Fuente: Elaboración propia*

5.4.3. Validación de la solución

Para corroborar si esta solución puede ser válida se estudia la contaminación de salida. Esto puede hacerse de forma práctica, en plantas piloto, o bien analíticamente estableciendo rendimientos de depuración, basados en bibliografía o en experiencias previas y documentadas.

En este caso, tras establecer unos rendimientos de depuración, basados en múltiples experiencias en plantas piloto, en archivos y documentos bibliográficos, se ha llegado a que la contaminación del efluente es la siguiente:

	Valor de salida	**Admisible para vertido**
$DQO\ [mg/l]$	103,24	125
$DBO_5\ [mg/l]$	16,461	25
$SST\ [mg/l]$	25,92	35
$SSV\ [mg/l]$	17,16	-
$AyG\ [mg/l]$	2,16	-
$NTK\ [mg/l]$	1,692	10 - 15
$P\ [mg/l]$	1,83	2
pH	6,32	6 - 9

Tabla 24. Datos de contaminación del efluente residual de la EDAR base. Comparativa con los límites admisibles para vertido. *Fuente: Elaboración propia*

Que como puede observarse, cumple con la normativa de vertido, por lo que se toma esta solución como diseño final de EDAR base, para su posterior ampliación a EDAR completa, que permitirá la regeneración de aguas.

5.5. Diseño de la EDAR ampliada

Una vez establecida y diseñada la EDAR base, es decir, el sistema de partida que asegura el vertido del efluente al exterior, se decidió seguir un método de diseño que consiste en añadir nuevas etapas al final del proceso.

Se han de elegir dichas etapas en función de la contaminación y de la calidad del efluente que se desea a la salida.

Para el proyecto en cuestión, se trata de obtener un efluente de calidad potable, para que se permita poder reutilizarlo en los procesos de la planta, como si se tratara de agua obtenida directamente del suministro.

Dado que se establecen por normativa los usos permitidos para el agua regenerada y los tratamientos a los que se deben someter, el método de elección de las nuevas etapas a añadir será analizar el uso esperado, y junto con las directrices especificadas, elegir los tratamientos a añadir para que se cumpla la normativa de salida de contaminación.

Por tanto el método es el siguiente:

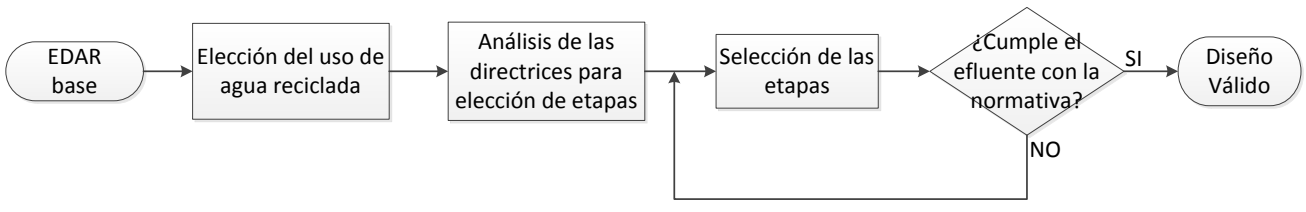


Figura 42. Diagrama de flujo del diseño de la EDAR ampliada. *Fuente: Elaboración propia*

5.5.1. Usos establecidos para el agua regenerada

Existen distintos usos de agua regenerada, tanto llevados a cabo como usos potenciales, es decir en fase de estudio y aceptación, que ya se establecieron en Tabla 12.

Por normativa se han establecido los siguientes usos permitidos para el agua regenerada, en total catorce:

Tipos de usos permitidos del agua regenerada		
A	Usos domiciliarios	-Riego de jardines privados -Descarga de sanitarios -Calefacción y refrigeración doméstica -Lavado de vehículos
B	Usos y servicios urbanos	-Riego de zonas verdes de acceso público como parques públicos, campos de golf -Baldeo de calles -Sistemas contra incendios -Fuentes y láminas ornamentales
C	Cultivos de invernadero	
D	Riego de cultivos para consumo no crudo o para industrias conserveras	
E	Riego de cultivos para consumo crudo	
F	Riego para pastos de animales productores de carne y/o leche.	
G	Riego de cultivos industriales, para forraje, cereales y semillas oleaginosas	
H	Riego de zonas verdes no accesibles al público, bosques e industria maderera	
I	Refrigeración industrial (salvo para la industria alimentaria)	
J	Estanques, masas de agua y caudales circulantes con acceso permitido (Excepto baño)	
K	Estanques, masas de agua y caudales circulantes sin acceso permitido	
L	Usos en acuicultura	
M	Recarga de acuiferos por percolación directa	
N	Recarga de acuiferos por inyección directa	

Tabla 25. Listado de los usos permitidos y en uso del agua regenerada. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de [SEOA03]*

Sin embargo, existen dos usos potenciales, que no se han llevado a cabo ni desarrollado, ya explicados en Tabla 12:

Tipos de usos potenciales del agua regenerada	
Ñ	Masas de agua destinadas al baño público.
O	Reutilización en usos potables.

Tabla 26. Listado de usos potenciales del agua regenerada. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de [SEOA03]*

Ya que estos usos no están aprobados por normativa, no existen directrices sobre el tratamiento necesario, por lo que en vez de estudiarlas, se han de establecer estas directrices.

Debido a esto es por lo que se considera que el reciclado total de aguas, y este proyecto en particular, constituye una gran novedad dentro del panorama de la ingeniería, la industria y el medio ambiente.

5.5.2. Directrices para la elección de las etapas

Estas directrices han sido establecidas por la EPA para los usos permitidos en la normativa, es decir, los listados en Tabla 25.

Estas directrices se pueden encontrar en la normativa adjunta, aunque de manera resumida se exponen a continuación:

Tipos de uso	Tratamiento	Calidad del agua reciclada
A, B, E y F	-Secundario -Filtración -Desinfección	- $pH 6-9$ - $DBO_5 = 10 mgl/l$ - 2 NTU - Sin coliformes fecales en 100 ml - $1 mg/l$ de cloro residual
C, D, G, H, I	-Secundario -Desinfección	- $pH 6-9$ - $DBO_5 = 30 mgl/l$ - $SS = 30 mgl/l$ - 200 coliformes fecales en 100 ml - $1 mg/l$ de cloro residual
M	- Local específico - Secundario (mínimo) - Desinfección	- Local específico - Lograr patrones de agua potable tras la percolación
J,L	- Secundario - Desinfección - Tratamiento avanzado	- $pH 6-9$ - $DBO_5 = 15 mgl/l$ - 2 NTU - 50 coliformes fecales en 100 ml - $1 mg/l$ de cloro residual
N	- Secundario - Filtración - Desinfección - Tratamiento avanzado	- $pH 6-8,5$ - 2 NTU - Sin coliformes fecales en 100 ml - $1 mg/l$ de cloro residual - Lograr patrones de agua potable

Tabla 27. Directrices de la EPA para la elección del tratamiento del agua regenerada. *Fuente: [SEOA03]*

Sin embargo, para los usos potenciales del agua regenerada, no existen dichas directrices, por lo que se han de establecer, es decir, crearlas, por lo que el método de diseño ya cambia, no se han de seguir directrices, si no que se han de crear, es decir, establecer.

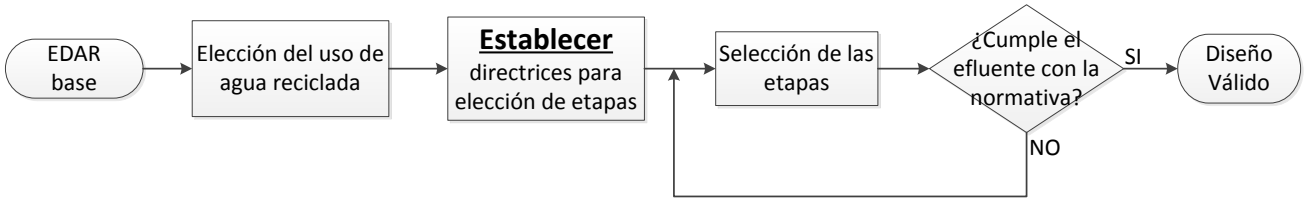


Figura 43. Método de diseño específico para la nueva EDAR ampliada. *Fuente: Elaboración propia*

5.5.3. Directrices establecidas para la selección de etapas en usos potables

Como no existen directrices ya establecidas, para seleccionarlas primero se han de estudiar los parámetros que se desean en la salida del efluente.

En este caso, ya que se necesita calidad potable, los parámetros de salida serán los establecidos por normativa para este caso. Estos pueden consultarse en los documentos adjuntos, aunque se presentan aquí de forma resumida:

Parámetro	Valores admitidos
DQO	5 mg/l
DBO_5	<1 mg/l
Turbidez (SST)	<1 NTU
Nitrógeno	<10 mg/l
Bacterias coliformes	0 UFC en 100 ml
Cloro residual	1 mg/l
pH	6,5 - 9,5

Tabla 28. Parámetros de contaminación necesarios en la salida del efluente de la EDAR ampliada. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de RD 140/2003*

Analizando estos datos y los de contaminación de partida, se han de seleccionar y establecer las directrices para las nuevas etapas que se han de añadir al proceso de selección.

Los parámetros a obtener han de ser similares a los del uso N (recarga de acuíferos por inyección directa), establecido en la Tabla 12, por ello se decide incluir etapas de tratamiento avanzado.

Tras una exhaustiva búsqueda en bibliografía especializada [SEOA03, METC05, SEOA13], se han encontrado y adaptado datos de etapas que se han de emplear para los diferentes usos potenciales de las aguas regeneradas, en particular de las aguas de la industria alimentaria.

Estos datos adaptados se presentan en la siguiente tabla:

Uso potencial	Usos recreativos con contacto	Usos potables
Criterios sanitarios	D + G	E + H
Tratamiento primario	***	***
Tratamiento secundario	***	***
Filtración	***	***
Nitrificación		**
Desnitrificación		**
Precipitación química	*	*
Adsorción sobre Carbón Activo	*	**
Intercambio iónico		*
Desinfección	***	***

Simbología

A: Ausencia de sólidos gruesos. Eliminación de gran parte de huevos de parásitos.

B: A + eliminación de gran parte de bacterias.

C: A + eliminación completa de bacterias y parcial de virus.

D: Como máximo 100 UFC cada 100 ml en el 80 % de las muestras

E: Ningún coliforme fecal en 100 ml, ningún virus en 1000 ml, ningún efecto tóxico sobre el hombre y criterios de calidad potable.

F: Sin productos químicos que dejen residuos en cosechas.

G: Sin productos químicos que provoquen irritación en mucosas y piel.

H: Presencia de cloro desinfectante libre residual.

*** : Tratamiento indispensable e irremplazable

** : Tratamiento recomendado y conveniente

* : Tratamiento no siempre necesario

Tabla 29. Directrices establecidas y adaptadas para la selección de etapas de la EDAR ampliada para usos potenciales de agua regenerada en la industria agroalimentaria. *Fuente: Adaptado de [SEOA03]*

5.5.4. Selección de las nuevas etapas para la EDAR ampliada

Tras analizar las directrices establecidas en Tabla 29, se ha de tomar una decisión sobre las etapas a incluir en la EDAR ampliada.

Cabe destacar que estas directrices han sido adaptadas para la industria alimentaria en general, por lo que pueden surgir modificaciones a la hora de adaptarlas a la industria avícola y a esta depuración específica. Esto quiere decir que se podrá prescindir de etapas no obligatorias.

El análisis sería el siguiente:

- Tratamiento primario y tratamiento secundario son etapas obligatorias e imprescindibles, además la EDAR base ya cuenta con ellas, por lo que ya están implementadas.

- La filtración en medio granular será necesaria y se ha de incluir. Se utiliza principalmente para eliminar sólidos en suspensión y por tanto la turbidez y color, restos de patógenos, y algún microorganismo, por lo que también soluciona problemas de olores y reduce tanto DBO como DQO.

- Nitrificación y desnitrificación, etapas para eliminar nitrógeno, son necesarias y ya están incluidas en la EDAR base, por lo que no será necesario añadirlas.

- La precipitación química o tratamiento químico es un tratamiento opcional utilizado para eliminar sales disueltas que no pueden decantar y no han sido eliminadas en los tratamientos anteriores, corregir el pH, reducir el color provocado por sustancias químicas e inorgánicas Tras analizar la contaminación de entrada y salida a la EDAR base, se puede deducir que esta etapa no será necesaria.

- Adsorción sobre carbón activo, es un tratamiento avanzado del agua residual en el que dicho carbón es capaz de eliminar distintos compuestos muy diferentes, tanto orgánicos como inorgánicos, principalmente compuestos orgánicos volátiles sustancias halogenadas y otras no polares, y sobre todo color y olores del agua residual. Por todo ello se hace imprescindible incluir esta etapa en la depuración del agua residual.

- El intercambio iónico no será necesario, ya que su función es eliminar sales disueltas y no es un parámetro contaminante que cobre importancia en este afluente residual.

- La desinfección es una etapa obligada por normativa e imprescindible según las directrices establecidas, por lo que se ha de incluir indiscutiblemente. Ya que se pide que exista cierto componente de desinfectante residual, esta desinfección consistirá en una cloración del agua.

5.5.5. Solución

Dadas las conclusiones anteriores, la EDAR ampliada, ha de constar de las siguientes etapas:

1. En la **linea de aguas** se incluirán las siguientes etapas:
    - **Desbaste**
    - **Tamizado**
    - **Desengrasado**
    - **Balsa de homogeneización**
    - **Decantación primaria**
    - Proceso biológico con **Nitrificación-Desnitrificación en fangos activos**
    - **Decantación secundaria**
    - **Filtración en medio granular** (arena/antracita/granate).
    - **Adsorción sobre carbón activo**
    - **Desinfección por cloración**
2. La **línea de fangos** ha de constar de:
    - **Espesado por gravedad** para los fangos primarios.
    - **Espesado por flotación** para los fangos secundarios.
    - **Digestión anaerobia** de lodos para aprovechar la producción de biogás.
    - **Deshidratación** de lodos.

Esta solución se resume en el siguiente esquema:

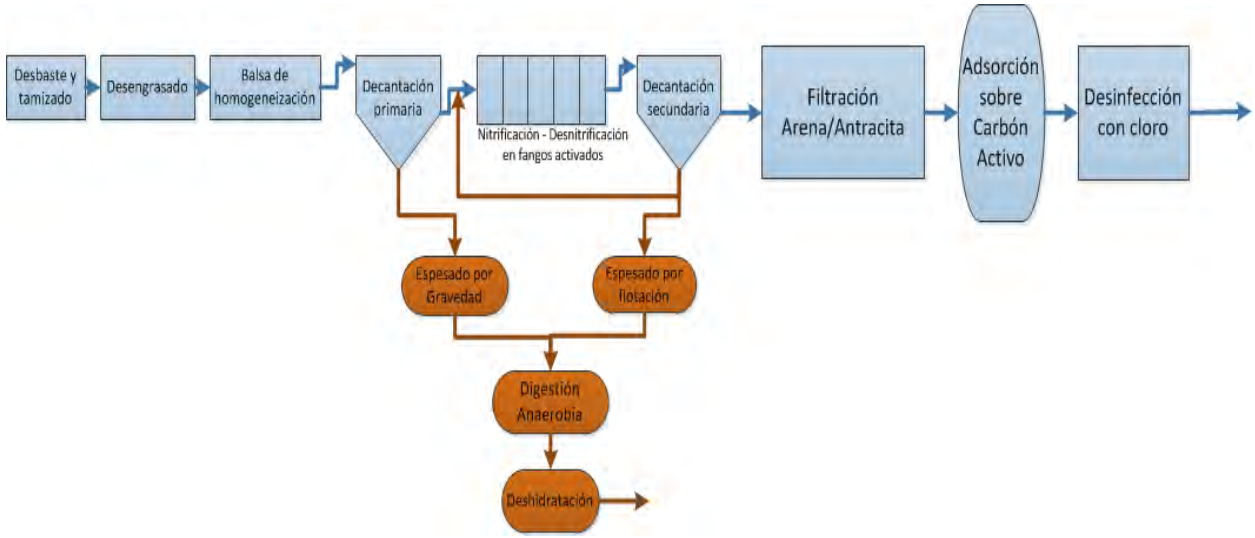


Figura 44. Esquema de la solución de la EDAR completa. *Fuente: Elaboración propia*

5.5.6. Validación de la solución

Para corroborar si esta solución puede ser válida se estudia la contaminación de salida. Esto puede hacerse de forma práctica, en plantas piloto, o bien analíticamente estableciendo rendimientos de depuración, basados en bibliografía o en experiencias previas y documentadas.

En este caso, basándose en experiencias en plantas piloto relatadas en la biografía [METC05, SEOA03, GILR07], se ha llegado a que esta planta depuradora alcanza los siguientes niveles de contaminación del efluente:

Parámetro	Valor de salida	Calidad potable
DQO	<5 mg/l	5 mg/l
DBO_5	<1 mg/l	1 mg/l
SST	<3 mg/l	-
Nitrógeno	<3-5 mg/l	<10 mg/l
Fósforo	<2 mg/l	-
Turbidez	0,1 - 0,3 NTU mg/l	<1 NTU
Bacterias coliformes	0 UFC en 100 ml	0 UFC en 100 ml
Cloro residual	1 mg/l	1 mg/l
pH	7,5	6,5 - 9,5

Tabla 30. Datos de contaminación del efluente residual de la EDAR ampliada. Comparativa con los valores de calidad potable. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía*

Que como puede observarse, cumple con la normativa de agua potable, por lo que se toma esta solución como diseño final de EDAR ampliada, consiguiéndose de este modo una regeneración total de las aguas de proceso de esta industria, para su posterior uso en cualquier proceso o ámbito de la planta.

5.6. Esquema de la EDAR final diseñada para el proyecto

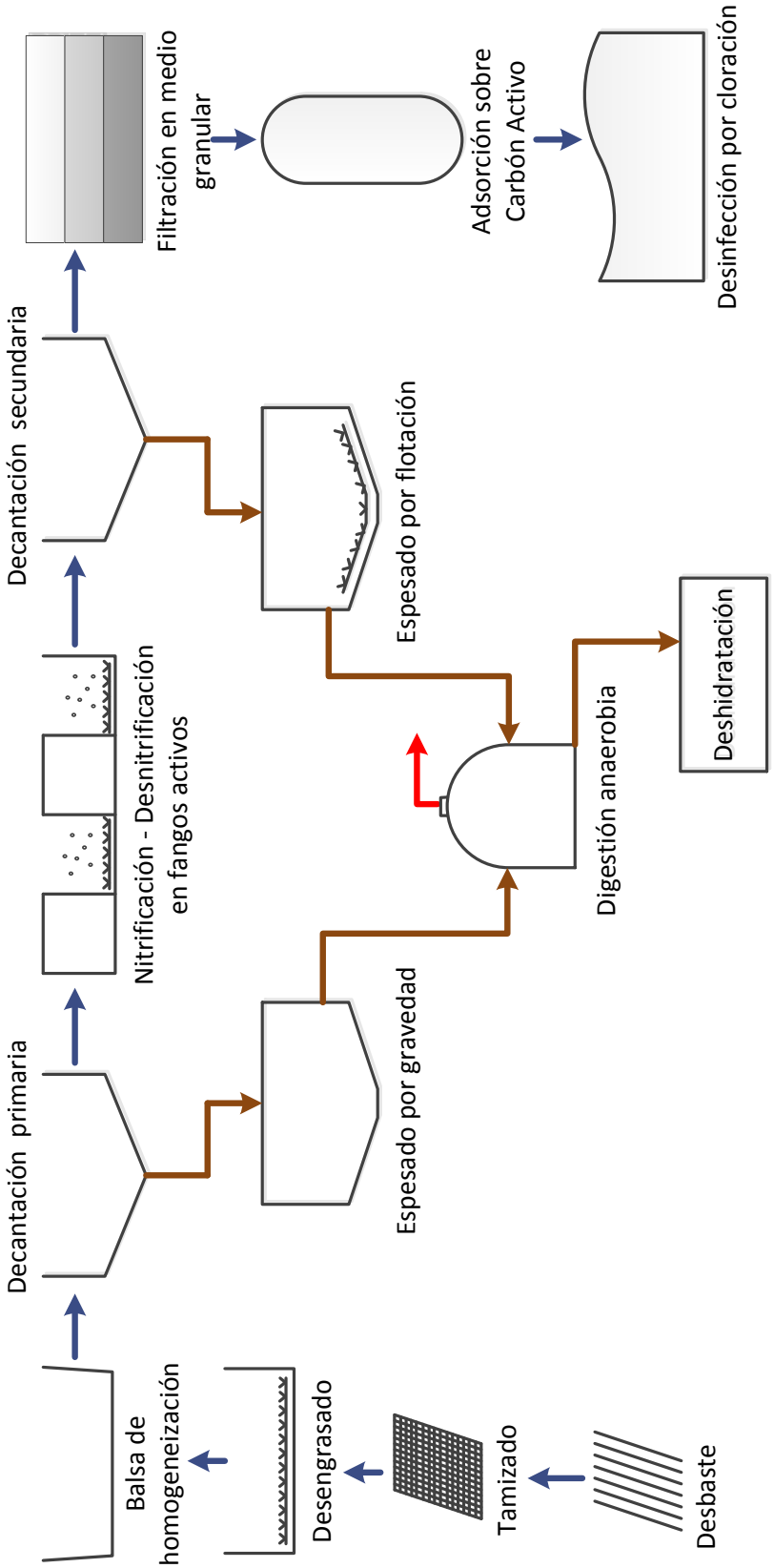


Figura 45. Esquema de la EDAR final diseñada para el proyecto. *Fuente: Elaboración propia*

5.7. Tamaño y dimensiones de los elementos

5.7.1. Necesidad de establecer un sistema estandarizado de dimensionamiento

Otro de los objetivos de este proyecto es establecer un método de dimensionamiento fijo para los elementos de la EDAR, ya que como puede observarse, no existe mucha bibliografía dedicada a este tema [ISLA11].

Esto es principalmente debido a que establecer una ley para controlar los procesos de depuración es muy complicado, porque en su mayoría estos son biológicos, dependen del comportamiento de bacterias y microorganismos, cuyas acciones no pueden preverse.

Por otro lado, los sistemas físico-químicos si pueden ser matematizados, pero obedecen a leyes caóticas, y como la contaminación de las aguas suele ser muy variable y poco constante, es complicado establecer un sistema fijo de dimensionamiento para cada estación, como el desengrasado, la decantación, tamizados.

Es por ello que las estaciones depuradoras se dimensionan fundamentalmente a caudal, para que puedan admitir todo el efluente residual que llega a la instalación. Se suelen establecer unos rendimientos típicos para cada etapa, y en función del tiempo de retención y el caudal se obtiene el tamaño y número de elementos necesarios en cada etapa.

Cabe destacar que, debido a la variabilidad de la contaminación y a la heterogeneidad de los procesos, las EDAR suelen estar monitorizadas constantemente para controlar la calidad de la depuración. Por ello interesa tener unos niveles de contaminación lo más constantes en el tiempo posibles, y un caudal bastante homogéneo, para que el rendimiento de la depuración sea lo más efectivo y constante posible.

Para conseguir la homogeneidad de contaminación se decidió llevar a cabo la separación de corrientes indicada en líneas anteriores y Figura 33, que aseguraba mantener una contaminación constante y conocida, con la menor variabilidad posible al solo depurar las aguas procedentes de las etapas de matadero y proceso, dejando fuera de la depuración las aguas sanitarias (limpieza de botas, mandiles, sanitarios, servicios) cuya contaminación difiere enormemente de la dominante (aguas de proceso y matadero) y por ello dificulta la depuración.

Una vez establecido el método de dimensionamiento, fundamentalmente a caudal, se pasa a estudiar y calcular su tamaño, según se explica y especifica en Anexo 2.

5.7.2. Resultados de cálculo de dimensiones para los elementos de la EDAR de estudio

Todos los cálculos, así como el método seguido en el dimensionamiento y su documentación, se recogen en Anexo 2, aunque se presentan a continuación los resultados de forma resumida.

5.7.2.1. Caudal de diseño y caudal punta

Se ha diseñado la EDAR para un caudal de $1200\frac{m^3}{dia}$, y como el efluente no es constante, si no que varía enormemente durante toda la jornada, se hace necesario dimensionar en función de un caudal medio y un caudal punta.

Dichos caudales, medio y punta, están calculados con un coeficiente de sobredimensionamiento para asegurar que la EDAR será capaz de admitir todo el caudal, y puntas por encima del máximo.

Caudales	
Caudal diario real	1200 $[m^3/dia]$
Caudal medio	74,5 $[m^3/h]$
Caudal punta	3 $[m^3/h]$

Tabla 31. Caudales para dimensionamiento. *Fuente: Elaboración propia*

Cabe destacar que al existir balsa de homogeneización, todas las etapas que se sitúan a continuación de esta están dimensionadas para el caudal de diseño, ya que la función principal de la balsa de homogeneización es establecer un caudal fijo para la instalación. Los elementos previos a la balsa de homogeneización se han de dimensionar teniendo en cuenta que han de admitir puntas de caudal muy por encima del caudal medio.

5.7.2.2. Desbaste

Desbaste	
Número de líneas	2
Ancho de barrotes	3 mm
Luz entre barrotes	3 mm
Inclinación de barrotes	60 º
Anchura de canal	0,17 m
Profundidad de canal	0,17 m

Tabla 32. Dimensiones de desbaste. *Fuente: Elaboración propia.*

5.7.2.3. Tamizado

Tamizado	
Número de líneas	2
Luz de tamiz	1,5 mm
Anchura de tamiz	4,02 m
Superficie total	1,73 m^2

Tabla 33. Dimensiones de tamizado. *Fuente: Elaboración propia*

5.7.2.4. Desengrasado

Desengrasado	
Número de líneas	2
Anchura	1,5
Longitud	1,02 mm
Profundidad	1,73 m

Tabla 34. Dimensiones de desengrasado. *Fuente: Elaboración propia*

5.7.2.5. Balsa de homogeneización

Balsa de homogeneización	
Número de líneas	1
Anchura	1,5 m
Longitud	1,02 m
Profundidad	1,73 m
Volumen	744 m^3

Tabla 35. Dimensiones de balsa de homogeneización. *Fuente: Elaboración propia*

5.7.2.6. Decantación primaria

Balsa de homogeneización	
Número de líneas	2
Diametro	6,1 m
Profundidad	3,3 m

Tabla 36. Dimensiones de decantador primario. *Fuente: Elaboración propia*

5.7.2.7. Nitrificación-Desnitrificación en fangos activos

En este caso, en primer lugar ha de seleccionarse un tratamiento de fangos activos adecuado a la contaminación, en este caso de baja carga, y utilizar parámetros adecuados para este tratamiento.

Una vez seleccionado y dimensionado dicho tratamiento de fangos activos se pasa al dimensionado de la nitrificación desnitrificación, manteniendo los parámetros de baja carga para las balsas de nitrificación y reaireación.

Cabe destacar que por lo general, los tratamientos de nitrificación-desnitrificación de construyen o instalan en una misma cámara, alternando las etapas aireadas y anóxicas, en lugar de en balsas separadas. Por ello la profundidad de todas las balsas ha de ser la misma, para poder proyectar una misma cámara para las distintas balsas (Figura 46).

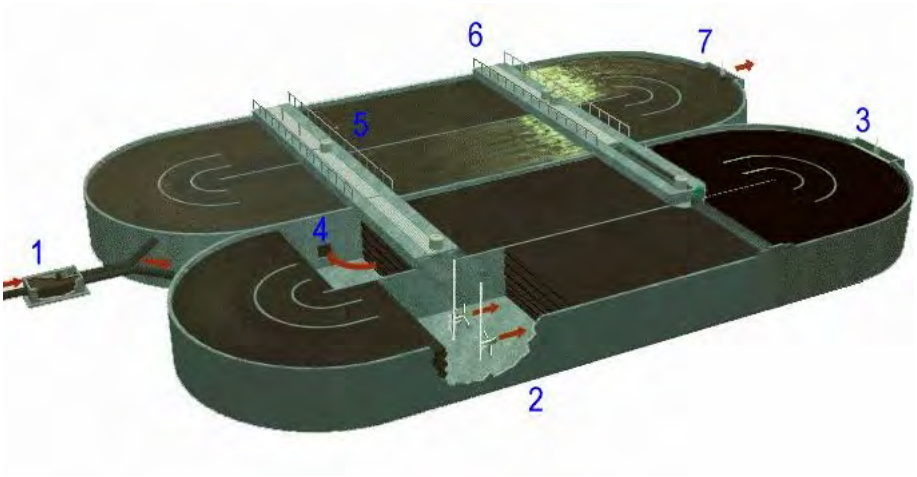


Figura 46. Canal de Nitrificación-Desnitrificación

Balsa anóxica previa	
Número de líneas	2
Anchura	5,3
Longitud	21 mm
Profundidad	6 m

Tabla 37. Dimensiones de balsa anóxica previa en Nitrificación-Desnitrificación. *Fuente: Elaboración propia*

Balsa de nitrificación	
Número de líneas	2
Anchura	9 m
Longitud	27 m
Profundidad	6 m

Tabla 38. Dimensiones de balsa de nitrificación en Nitrificación-Desnitrificación. *Fuente: Elaboración propia*

Balsa anóxica posterior	
Número de líneas	2
Anchura	3 m
Longitud	8,8 m
Profundidad	6 m

Tabla 39. Dimensiones de balsa anóxica posterior en Nitrificación-Desnitrificación.*Fuente: Elaboración propia*

Balsa de reaireacion	
Número de líneas	2
Anchura	1,2 m
Longitud	3,6 m
Profundidad	6 m

Tabla 40. Dimensiones de reaireacion en Nitrificación-Desnitrificación. *Fuente: Elaboración propia*

5.7.2.8. Decantación secundaria

Decantador Secundario	
Número de líneas	2
Diametro	8,3 m
Profundidad	3,5 m

Tabla 41. Dimensiones de decantador secundario. *Fuente: Elaboración propia*

5.7.2.9. Filtración en medio granular (Arena/Antracita/Granate)

Filtración en medio granular(Arena/Antracita/Granate)	
Número de unidades	6
Número de unidades trabajando simultaneamente	2
Diametro	1,16 m
Longitud	3,6 m

Tabla 42. Dimensiones de filtración en medio granular(Arena/Antracita/Granate). *Fuente: Elaboración propia*

5.7.2.10. Adsorción sobre Carbón Activo

Adsorción sobre Carbón Activo	
Número de lineas en paralelo	2
Número de lineas en serie	3
Diametro	2,2 m
Longitud	3,9 m

Tabla 43. Dimensiones de adosorción sobre Carbón Activo. *Fuente: Elaboración propia*

5.7.2.11. Desinfección por cloración

Desinfección por cloración	
Número de lineas	2
Anchura	1,25 m
Longitud	2,5 m
Profundidad	4 m

Tabla 44. Dimensiones de las arquetas de desinfección por cloración. *Fuente: Elaboración propia*

5.7.2.12. Espesado de fangos por flotación

Espesado de fangos por flotación	
Número de lineas	1
Diametro	4,77 m
Profundidad	4 m

Tabla 45. Dimensiones de espesado de fangos por flotación. *Fuente: Elaboración propia*

5.7.2.13. Espesado de fangos por gravedad

Espesado de fangos por gravedad	
Número de lineas	1
Diametro	1 m
Profundidad	6 m

Tabla 46. Dimensiones de espesado de fangos por gravedad *Fuente: Elaboración propia*

5.7.2.14. Digestión anaerobia

Aunque pueden consultarse tanto el método de dimensionamiento como los resultados en Anexo 2, en este documento no se van a mostrar ya que más adelante, en Capítulo 7, se volverá a dimensionar el digestor para poder adaptarse a la co-digestión de residuos para crear el sistema hibrido de co-digestión de aguas residuales y otros residuos, objeto de estudio.

Capítulo 6

Ajuste e innovación final de la EDAR. Dinamizar el proceso

En este capítulo se va a estudiar un último ajuste para poder hacer más dinámico y eficiente el proceso de depuración de aguas residuales para su reutilización.

6.1. Fundamentos de la innovación. Ventajas y limitaciones

Normalmente, a la hora de realizar la depuración de un efluente residual, se aúnan todas las corrientes residuales en un mismo afluente que entra a la EDAR, y se depura el conjunto de todas las aguas residuales, sanitarias, de limpieza, aguas de la operación de escaldado, sangrado

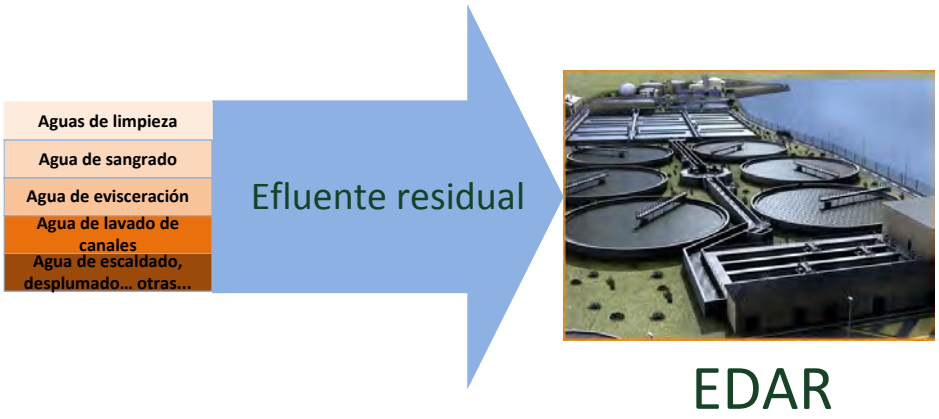


Figura 47. Sistema de depuración tradicional. Sin el ajuste planteado. *Fuente: Elaboración propia*

Cabe destacar la decisión tomada, en la que se decidió no someter a depuración la corriente de aguas residuales sanitarias por tener una contaminación muy variable y distinta de la corriente dominante de aguas de matadero

Observando Figura 16, podemos concluir que al utilizarse agua prácticamente en la totalidad de los procesos de la planta, se generarán un gran número de corrientes residuales y muy distintas las unas de las otras. Por ejemplo:

- Las aguas de la etapa de sangrado estarán contaminadas con una alta carga orgánica, elevados niveles de color y turbidez, nutrientes como nitrógeno y fósforo por la presencia de urea

- Las aguas de limpieza tendrán altos niveles de detergentes y espumas, nitrógeno y fósforo por la presencia de detergentes, sólidos en suspensión por arrastrar suciedad y sólidos al limpiar

- Las aguas de la etapa de escaldado y desplumado presentarán altos niveles de aceites y grasas, tras el escaldado, y de sólidos en suspensión como plumas tras el desplumado.

- El agua utilizada en la evisceración estará contaminada orgánicamente, con grasas y sólidos en suspensión si arrastran algún resto de víscera incluso con nitrógeno y fósforo por estar cargadas con urea y sangre.

- El agua con la que se procede al lavado de canales estará también contaminada con carga orgánica y microorganismos

En definitiva, existen multitud de corrientes con contaminación muy dispar, y para el propósito que se busca, regenerar el agua para su reutilización y disponer rápidamente de ella, reunir todos las corrientes en una y depurarla parece un sistema poco eficaz.

Por el contrario tratar cada corriente por separado, haciéndola pasar por los componentes imprescindibles en función de su contaminación, puede hacer más rápido y efectivo el tratamiento de aguas. Por ejemplo, el agua de sangrado necesitará un tratamiento para el color y carga orgánica, mientras que por el contrario, el agua de limpieza no tendrá tanta contaminación por color ni materia orgánica, pero sí de sólidos en suspensión y nutrientes

Se va a intentar llevar a cabo esta solución, es decir, intentar depurar cada corriente por separado con sus componentes imprescindibles, siempre dentro de unos límites, ya que una excesiva división puede llevar a elevar el coste al necesitar muchos componentes aislados unos de otros.

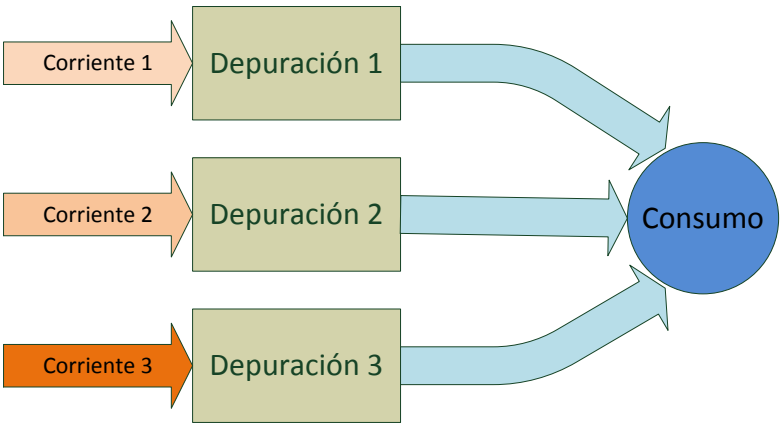


Figura 48. Sistema de depuración con el ajuste planteado.*Fuente: Elaboración propia*

La principal ventaja es que el proceso de depuración se vuelve mucho más rápido y eficiente, y si se hace una buena separación pueden eliminarse componentes y reducir el tamaño de algunos

existentes, lo que se traduce en un ahorro de espacio y coste, además de mejorar el proceso de purificación.

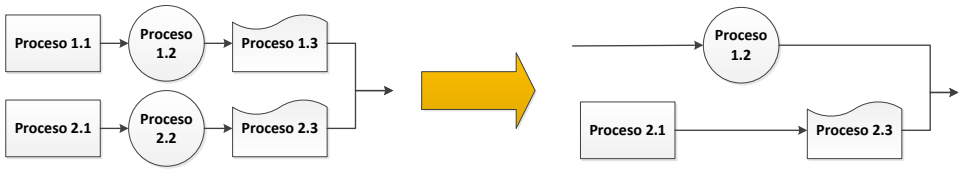


Figura 49. Ventaja principal que aporta el ajuste planteado. *Fuente: Elaboración propia*

La principal limitación de esta mejora es que la manera de llevarla a cabo es en líneas totalmente separadas, es decir, llevar cada corriente por una línea con los componentes necesarios. Una excesiva división conlleva tener muchos elementos iguales en líneas diferentes.

Esta excesiva división implica un elevado coste si se repiten y requieren muchas etapas y componentes, y además lo hace un sistema difícil de implantar, por lo que se ha de encontrar la manera de dividir las corrientes en un número moderado para no tener un excesivo número de líneas.

6.2. Aplicación al caso de estudio

En primer lugar se ha de estudiar la contaminación de cada corriente por separado y decidir la división necesaria, prestando especial cuidado a no provocar una división excesiva.

La división ideal es en tantas corrientes como líneas presente la depuradora, para así simplemente eliminar componentes y reducir el tamaño de los existentes, sin necesidad de añadir nuevas etapas.

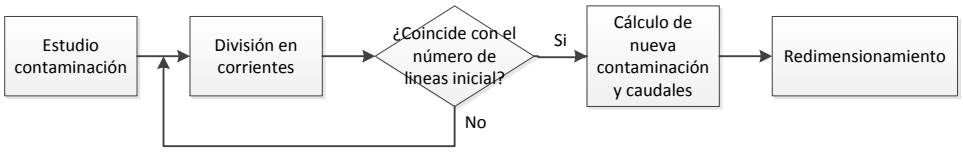


Figura 50. Diagrama de flujo sobre el método de aplicación del ajuste planteado. *Fuente: Elaboración propia*

6.2.1. Estudio de la contaminación de cada corriente

Para estudiar la contaminación de cada agua por separado se ha recurrido a unos estudios de contaminación realizados en varias salas de proceso y se han adaptado para la realización de este estudio.

A continuación se muestran dichos niveles de contaminación para cada fase del proceso:

	Caudal		DQO		DBO		SST		AyG	
	m^3/h	$\%total$	mg/l	$\%total$	mg/l	$\%total$	mg/l	$\%total$	mg/l	$\%total$
Sacrificio + Sangre	2,98	5	924,61	61,25	711,37	61,25	69,02	12,82	5	3,07
Escaldado	5,96	10	129,67	8,59	99,77	8,59	147,72	27,44	92	56,44
Desplumado	5,96	10	18,32	1,21	14,10	1,21	26,38	4,90	27	16,56
Evisceración	4,77	8	366,46	24,28	281,95	24,28	268,18	49,81	12	7,36
Lavado de canales	14,89	25	56,38	3,73	43,38	3,73	16,71	3,10	22,1	13,56
Despiece	7,15	12	14,09	0,93	10,84	0,93	10,38	1,93	5	3,07
Limpieza	17,87	30	73,03	4,84	16,12	1,39	112,32	20,86	5	3,07

Tabla 47. Datos de contaminación para aguas según proceso 1. *Fuente: Elaboración propia*

	NTK		P		pH
	mg/l	$\%total$	mg/l	$\%total$	
Sacrificio + Sangre	79,51	70,67	7,47	70,70	9
Escaldado	18,56	16,50	1,74	16,51	9
Desplumado	2,49	2,22	0,23	2,22	6,8
Evisceración	9,63	8,56	0,90	8,56	6
Lavado de canales	1,77	1,58	0,17	1,58	7
Despiece	0,53	0,47	0,05	0,47	7,5
Limpieza	32,56	28,94	6,33	59,90	7

Tabla 48. Datos de contaminación para aguas según proceso 2. *Fuente: Elaboración propia*

6.2.2. División de corrientes y justificación

6.2.2.1. División del tratamiento terciario

El tratamiento terciario es el encargado de mejorar la calidad del efluente una vez se ha tratado, en este caso es la pieza fundamental de la depuración, ya que las etapas añadidas al final son las encargadas de conseguir agu con calidad asimilable a potable para poder ser reutilizada.

Es por ello que no se va a dividir el tratamiento terciario, ya que conviene que todas las corrientes pasen por el para mejorar su calidad.

6.2.2.2. División del tratamiento secundario o biológico

Durante este tratamiento se eliminarán tanto la materia orgánica como el N y P, principalmente. Observando estos datos, que son bastante elevados, se concluye que todos los afluentes deben pasar por el tratamiento biológico para ser depurados.

No se va a dividir el tratamiento secundario, ya que todos los procesos precisan que se purifique su contaminación relativa a materia orgánica y nutrientes.

Además, la solución de no dividir el tratamiento biológico es muy acertada, ya que la contaminación de estas aguas es fundamentalmente biológica, y es la característica fundamental a controlar para poder ser reutilizada.

6.2.2.3. División del tratamiento primario o físico-químico

En este caso, por seguridad, tampoco se va a dividir este tratamiento, ya que conviene que todas las corrientes atraviesen los decantadores primarios para eliminar sólidos en suspensión y materia orgánica.

Además dividir el tratamiento primario conllevaría dividir así mismo la balsa de homogeneización y tener más de una, lo que se traduce en un aumento de superficie necesaria y de coste de construcción y terrenos.

6.2.2.4. División del pretratamiento

La principal contaminación eliminada en el pretratamiento es los sólidos es suspensión y los aceites y grasas.

Comparando dichas contaminaciones, se llega a la conclusión de que podemos dividir las corrientes según el parámetro AyG, ya que hay ciertas operaciones que apenas presentan contaminación de aceites y grasas ($AyG < 5mg/l$) representado un $3,7\,\%$ del total de la contaminación.

	SST		AyG	
	mg/l	$\%total$	mg/l	$\%total$
Sacrificio + Sangre	69,02	12,82	5	3,07
Escaldado	147,72	27,44	92	56,44
Desplumado	26,38	4,90	27	16,56
Evisceración	268,18	49,81	12	7,36
Lavado de canales	16,71	3,10	22,1	13,56
Despiece	10,38	1,93	5	3,07
Limpieza	112,32	20,86	5	3,07

Tabla 49. Datos de contaminación SST y AyG de aguas según proceso para dividir el pretratamiento. *Fuente: Elaboración propia*

Por tanto se va a dividir el pretratamiento en dos corrientes:

- Corriente 1: Aúna todas aquellas aguas de proceso que apenas contienen contaminación de AyG. Son las corrientes de Sacrificio y Sangrado, Despiece y Limpieza.
- Corriente 2: Recoge el resto de corrientes no contempladas en Corriente 1.

La corriente 1, al tener tan baja concentración de AyG no necesitará u tratamiento de desengrasado, por lo que se puede prescindir de él, y conllevará que se reduzca el tamaño de los elementos del resto de operaciones de pretratamiento.

Por el contrario la corriente 2 necesitará el tratamiento completo, pero al hacer eliminado parte del caudal contaminante, los elementos pueden reducirse, como se verá más adelante.

6.2.3. Cálculo de las nuevas contaminaciones y caudales

6.2.3.1. Corriente 1 (Sin contaminación de AyG)

Para el cálculo del caudal de dicha corriente, como este es acumulativo, únicamente es necesario sumar los caudales correspondientes a cada corriente para obtener el caudal final.

$$Q_{corriente1} = \sum Q_i = Q_{sangrado} + Q_{despiece} + Q_{limpieza} \tag{1}$$

Cabe destacar que se debe cumplir: $Q_{total} = Q_{corriente1} + Q_{corriente2}$

Las concentraciones de contaminación son magnitudes ponderadas, es decir, no pueden sumarse ya que se expresan por unidad de volumen, por lo que dependerán de cada caudal y del volumen de agua que atraviese cada corriente, por ello las contaminaciones de calculan de la siguiente manera:

$$C_{xcorriente1} = \frac{\sum C_{xi} \cdot V_i}{V_{total}} \tag{2}$$

O bien

$$C_{xcorriente1} = \frac{\sum C_{xi} \cdot Q_i}{Q_{total}} \tag{3}$$

Representando:

- C_x la concentración del parámetro X DBO, DQO, SST...
- C_i la concentración en la corriente i de sangrado, despiece...

Por ejemplo:

$$C_{DQOcorriente1} = \frac{C_{DQOsangrado} \cdot Q_{sangrado} + C_{DQOdespiece} \cdot Q_{despiece} + C_{DQOlimpieza} \cdot Q_{limpieza}}{Q_{total}} \tag{4}$$

Con este método de cálculo se han obtenido los siguientes datos de caudal y contaminación para la Corriente 1:

	Caudal	DQO	DBO	SST	AG	NTK	P
	m^3/h	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Corriente 1	28,00	148,57	88,74	81,69	5	29,38	4,84

Tabla 50. Datos de concentración de la contaminación en la corriente 1. *Fuente: Elaboración propia*

6.2.3.2. Corriente 2

Siguiendo el mismo método de cálculo que con la Corriente 1, se obtienen los siguientes datos de contaminación:

	Caudal	DQO	DBO	SST	AG	NTK	P
	m^3/h	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Corriente 2	31,57	109,83	84,50	81,21	34,69	6,26	0,59

Tabla 51. Datos de concentración de la contaminación en la corriente 2. *Fuente: Elaboración propia*

6.2.4. Redimensionamiento de los elementos. Resultados.

Como se ha dividido en tantas corrientes como líneas tiene la depuradora, no es necesario añadir más líneas, sino que simplemente eliminando etapas de cada una de ellas o reduciendo su tamaño, es suficiente.

Incluso pueden dejarse aquellos componentes que se van a eliminar como reserva para emergencias.

6.2.4.1. Corriente 1

Esta corriente apenas presenta contaminación por AyG, por lo que es inviable someterla al tratamiento de desengrasado. Las grasas se eliminarán posteriormente en el biológico.

- Se puede prescindir de la etapa de desengrasado.

Además, con un buen desbaste y tamizado se eliminarán muchos coágulos de sangre, sólidos en suspensión de la limpieza, y restos de la evisceración, con lo que la DBO_5 se reduce considerablemente.

Tras redimensionar los elementos, con el método establecido para la depuradora, ilustrado en Anexo 2, se han obtenido los siguientes resultados:

Corriente 1

Desbaste	-	
Tamizado	Número de líneas	1
	Anchura	$0,45m$
	Profundidad	$0,78m^2$
Desengrasado	Desaparece	

Tabla 52. Redimensionamiento de los elementos necesarios para la corriente 1. *Fuente: Elaboración propia*

6.2.4.2. Corriente 2

Esta corriente que presenta contaminación en todas sus formas, necesitará someterse al tratamiento completo, pero al reducirse el caudal y contaminación, el tamaño de los elementos varía.

Tras redimensionar los elementos, con el método establecido para la depuradora, ilustrado en Anexo 2, se han obtenido los siguientes resultados:

Corriente 2

Desbaste	-	
Tamizado	Número de líneas	1
	Anchura	$0,51m$
	Profundidad	$0,88m^2$
Desengrasado	Número de líneas	1
	Volumen	$41m^3$
	Necesidades de aire	$80m^3/h$

Tabla 53. Redimensionamiento de los elementos necesarios para la corriente 2. *Fuente: Elaboración propia*

6.2.5. Comparación y conclusiones

1. En primer lugar, la principal ventaja es que se ha conseguido eliminar una etapa de desengrasado, que en caso de utilizar el sistema tradicional de depuración hubiera sido necesario.

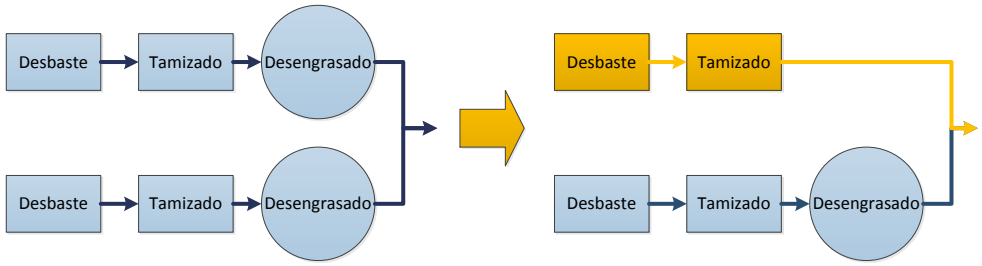


Figura 51. Principal mejora obtenida con el ajuste final. Eliminación de una etapa de desengrasado. *Fuente: Elaboración propia*

2. Gracias a la separación de corrientes se ha conseguido reducir el tamaño de los elementos del pretratamiento según se muestra:

Comparando el sistema tradicional con el propuesto con el ajuste de división de corrientes:

Convencional		**Ajustado**	
Desbaste			
Número de líneas	2	Número de líneas	2
Anchura total	$0,336m$	Anchura total	$0,42m$
Profundidad total	$0,336m$	Anchura total	$0,42m$
Tamizado			
Número de líneas	2	Número de líneas	2
Superficie total	$2,154m^2$	Anchura total	$1,58^2$
Desengrasado			
Número de líneas	2	Número de líneas	1
Volumen total	$120m^3$	Volumen total	$41m^3$
Necesidades de aire	$192m^3/h$	Anchura total	$80m^3/h$

Tabla 54. Nueva dimensiones de los elementos tras el ajuste final. *Fuente: Elaboración propia*

Se han conseguido los siguientes porcentajes de reducción, además de eliminar una etapa:

Porcentaje de reducción		
Desbaste	-	
Tamizado	$26,64\,\%$	
Desengrasado	Volumen	$65,83\,\%$
	Necesidades de aire	$58,33\,\%$

Tabla 55. Porcentaje de reducción de los elementos obtenidos tras el ajuste final de la EDAR. *Fuente: Elaboración propia*

Capítulo 7

Diseño de la estación de digestión de residuos

A lo largo de este capítulo se va diseñar la segunda parte del sistema híbrido de co-digestión, que es la línea de biometanización, en la que se van a digerir los lodos de depuración junto con los residuos y algunos subproductos generados en los procesos productivos de la planta de proceso de aves vivas.

Para ello se va a diseñar en primer lugar el digestor anaerobio necesario (tipo y etapas), se calculará la producción de biogás que se va a obtener, la potencia disponible, se decidirá su uso y por último se planteará el diseño de la instalación.

7.1. Fundamentos de la innovación. Ventajas y limitaciones.

La digestión anaerobia es un proceso biológico de degradación de materia orgánica, en el que, mediante la acción de un grupo de bacterias, y en ausencia de aire, se descompone la materia orgánica en productos gaseosos que forman un gas denominado, "biogás", con un poder calorífico similar al gas natural, y que puede ser utilizado como combustible para la generación de energía térmica, eléctrica o ambas.

La digestión anaerobia, o biometanización, es un proceso de producción de combustible que está cobrando importancia en la actualidad, principalmente debido a la sencillez de su proceso, pero también porque permite aprovechar residuos (que en su defecto irían destinados a vertedero), dándoles un segundo uso.

Además, presenta ciertas ventajas como fuente de energía, que son:

- Producción de energía renovable si el biogás se utiliza como fuente de energía, sustituyendo a un combustible fósil (petróleo, gas natural)
- Se aprovechan residuos, principalmente orgánicos y se valoriza biomasa y residuos húmedos que no tendrían otro tratamiento.
- El aprovechamiento de dichos residuos conlleva la reducción de la emisión de malos olores debidos a la descomposición de los mismos.

- Tras la digestión, el digestato o lodo resultante puede aprovecharse como abono o fertilizante, con lo cual se le vuelve a dar un uso mayor.

- Tras la digestión, el digestato o lodo resultante puede aprovecharse como abono o fertilizante, con lo cual se le vuelve a dar un uso mayor.

- Al utilizar biogás en vez de una fuente de energía fósil, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. Principalmente las emisiones de CO_2, pero también por la emisión incontrolada de metano CH_4.

La digestión de puede llevar a cabo con residuos líquidos o sólidos, siempre y cuando contengan materia orgánica que pueda fermentar. Además se pueden mezclar distintos tipos de residuos totalmente diferentes (co-digestión), y aprovechar la sinergia que se crea en la producción de biogás.

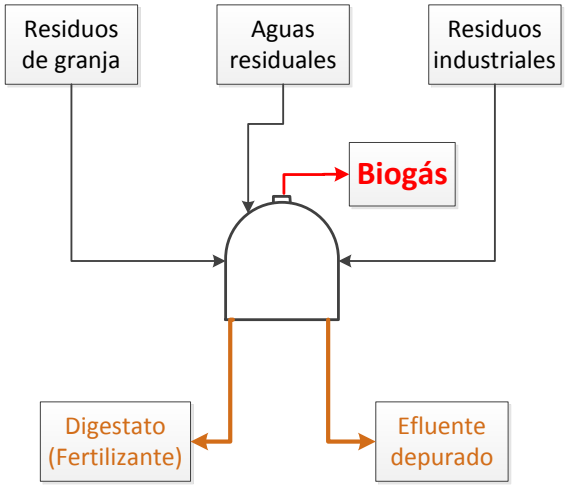


Figura 52. Esquema general de la digestión anaerobia. *Fuente: Elaboración propia*

7.1.1. Fases y procesos de la digestión anaerobia

El proceso de digestión anaerobia, tal y como se conoce, ocurre en varias fases, en las que distintas bacterias y enzimas cobran un papel protagonista.

Un esquema sencillo de todas las fases por las que atraviesa el sustrato hasta convertirse en biogás se muestra a continuación en Figura 53.

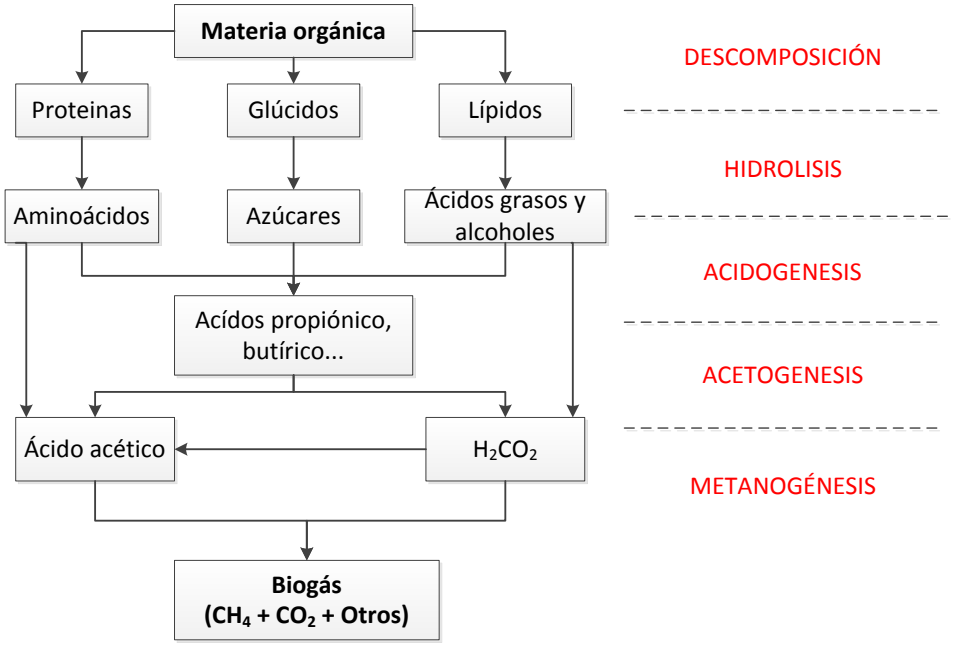


Figura 53. Proceso y fases de la digestión anaerobia.*Fuente: Elaboración propia, adaptado de [IDAE07]*

- Una vez la materia orgánica entra en el reactor, ocurre la reacción de **descomposición** en el que unas enzimas descomponen la materia orgánica cruda en compuestos orgánicos complejos, como son las proteínas, glúcidos y lípidos.
- Los compuestos orgánicos complejos se transforman en complejos orgánicos simples (Aminoácidos, azúcares, ácidos grasos y alcoholes) durante la etapa de **hidrólisis** en la que actúan enzimas de bacterias fermentativas.
- Seguidamente tiene lugar la **acidogénesis**, en la que los productos solubles anteriores se transforman en ácidos grasos volátiles como el propiónico y butírico, además de aparecer CO_2, H_2 y H_2S, por efecto de bacterias fermentativas acidogénicas como la *Escherichia sp.*, *Estreptococus sp.* y *Clostridium sp.*
- A continuación, en la **acetogénesis** las bacterias acetogénicas (*Syntrobacter wohnii*, *Syntrophys buswelli* y *Syntrophomonas wolfei*) toman el CO_2 anterior y el resto de los componentes anteriores y los utilizan para su metabolismo energético, produciendo ácido acético y otros compuestos. Queda así el sustrato preparado para las bacterias metanogénicas.
- Por último, en la etapa de la **metanogénesis** ocurren dos procesos diferentes.
  - Metanogénesis acetoclástica: En la que las bacterias metanogénicas acetoclásticas (*Methanosarcina barkeri*, *Methanosarcina mazei* y *Methanothrix soehngenii*) transforman el acetato anterior en metano.
  - Metanogénesis hidrogenófila: En la que las bacterias metanogénicas hidrogenófilas (*Methanococcus sp.* y *Methanosarcina barkeri*) transforman el CO_2 y H_2S en metano CH_4.

7.1.2. Población bacteriana

La población bacteriana, descrita brevemente en líneas anteriores, puede resumirse en la siguiente tabla.

Población bacteriana anaerobia

	Enzimas	
Bacterias fermentativas o acidogénicas	Acidogénicas	*Escherichia sp.* *Estreptococus sp.* *Clostridium sp*
	Acetogénicas	*Syntrobacter wohnii* *Syntrophys buswelli* *Syntrophomonas wolfei*
Bacterias metanogénicas	Acetoclásticas	*Methanosarcina barkeri* *Methanosarcina mazei* *Methanothrix soehngenii*
	Hidrogenófilas	*Methanococcus sp.* *Methanosarcina barkeri*

Tabla 56. Población bacteriana presente en la degradación anaerobia. *Fuente: Adaptado de [SEOA13]*

Al existir y coexistir bacterias muy diferentes en un mismo medio, debe de crearse un ambiente propicio para todas ellas, garantizando un equilibrio entre todas las comunidades bacterianas, teniendo en cuenta que la tasa de crecimiento de las bacterias metanogénicas es mucho menor que la de las acidogénicas. Debido a ello, la velocidad de la etapa de metanogénesis es mucho más lenta que la de la acidogénesis.

Se debe de controlar el crecimiento de las bacterias metanogénicas, acelerándolo y ajustándolo al crecimiento de las bacterias acidogénicas. En caso contrario, quedarían ácidos sin metanizar, lo que provocaría una disminución de pH en el sustrato, volviéndose más ácido, y por tanto inhibiendo la acción de la metanogénesis.

En definitiva, el adecuado desarrollo de la digestión anaerobia depende de dos factores fundamentales:

1. Control del crecimiento bacteriano, intentando acelerar el crecimiento de las bacterias metanogénicas.

2. Control del pH del sustrato, que en caso de acidificarse inhibe le crecimiento y la velocidad de las reacciones metanogénicas.

7.1.2.1. Cinética del crecimiento y decaimiento bacteriano

La ley que rige el crecimiento bacteriano de los microorganismos (acidogénicos y metanogénicos) es proporcional a la velocidad de utilización del sustrato, es decir, a la cantidad de materia orgánica que son capaces de digerir:

$$\frac{dX}{dt} = Y \cdot \frac{dS}{dt} \tag{5}$$

Siendo Y el coeficiente de producción de biomasa por unidad de sustrato, que lógicamente será mucho más alto en la población acidogénica que en la metanogénica.

También se puede decir que la velocidad de crecimiento de los microorganismos es proporcional a la concentración de ellos, y depende del sustrato añadido:

$$\frac{dX}{dt} = \mu_{max} \cdot \frac{S}{K_s + S} \cdot X \tag{6}$$

Siendo:

- X la concentración de microorganismos
- S la concentración del sustrato
- Y la producción de biomasa por unidad de sustrato.
- μ la velocidad de crecimiento celular, de la cual μ_{max} es la máxima alcanzable
- K_s el coeficiente de saturación del sustrato, a partir del cual el crecimiento empieza a decaer.

Por otro lado, se ha demostrado que el decaimiento bacteriano se rige por la ecuación:

$$\frac{dX}{dt} = -K_d \cdot X \tag{7}$$

Siendo K_d el coeficiente de respiración endógena.

Teniendo en cuenta que en la población, las bacterias crecen y decaen al mismo tiempo, la ley del crecimiento resultante queda definida como:

$$\frac{dX}{dt} = \mu_{max} \cdot \frac{S}{K_s + S} \cdot X - K_d \cdot X \tag{8}$$

Los coeficientes se conocen para cada tipo de bacterias, tanto metanogénicas como acidogénicas, y son:

	μ_{max} d^{-1}	Y $gSSV/gDQO$	K_s $mgDQO/l$	Tasa metabolización $gDQO/gSSV - d$
Acidogénicas	2.0	0.15	200	13
Metanogénicas	0.4	0.03	50	13
Población mixta	0.4	0.18	-	2

Tabla 57. Coeficientes cinéticos de la población bacteriana. *Fuente: Adaptado de la bibliografía*

Cabe destacar que en el caso de tener un único reactor, en el que ocurren todos los procesos simultáneamente, los coeficientes utilizados serán los de población mixta, mientras que si se utilizan sistemas de dos fases, en los que hay dos reactores, y en uno conviven exclusivamente bacterias acidogénicas y en el otro bacterias metanogénicas, los coeficientes serían los de población aislada.

7.1.2.2. Factores a controlar para el buen desarrollo bacteriano

1. Se requiere la presencia de nutrientes, tanto macronutrientes (N, P y S) como micronutrientes (Fe, Zn) presentes en la materia orgánica. Es decir, el sustrato a añadir debe contener altos niveles de materia orgánica para asegurar el buen crecimiento bacteriano y un corecto desarrollo de la metanogénesis.

2. La temperatura influye enormemente en la velocidad del metabolismo bacteriano, y debe mantenerse constante en unos rangos para asegurar el equilibrio bacteriano. Dichos rangos sn el mesofílico (35º C) y termofílico (50-55 ºC).

3. El pH cobra gran importancia, ya que un exceso de ácidos inhibe el metabolismo bacteriano, por lo que debe situarse entre 6 y 8 para asegurar un correcto desarrollo de la metanogénesis. En caso de acidificación se deben de añadir alcalinizantes al sustrato, pero evitando las sales como Na y K, $amonios$, $sulfuros$... que inhiben el proceso.

7.1.3. Producción de metano en función de la eliminación de DQO

Puede demostrarse fácilmente que la producción de metano en función de la DQO digerida sigue la siguiente ley:

$$V_{CH_4} = \frac{DQO}{K(T)} \tag{9}$$

Siendo $K(P,T)$ la tasa de producción de metano al digerir DQO a una presión y temperatura dadas.

En condiciones standers (25ºC y 1 atm) el valor de K es conocido y equivale a $K = 64\frac{grDQO}{molCH_4}$ que puede calcularse fácilmente como se verá a continuación:

Sea la reacción de oxidación del metano CH_4:

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Por lo que:

$$1molCH_4 \longrightarrow 2molO_2$$

$$1molCH_4 \longrightarrow 64grO_2$$

Un mol de metano requiere de 64 gr de oxígeno, es decir de 64 gr de DQO.

Por ello se puede afirmar que:

$$K = 64\frac{grDQO}{molCH_4}$$

Por todo ello la expresión de la producción de metano puede expresarse como:

$$V_{CH_4} = \frac{DQO}{\frac{K \cdot P}{0{,}082 \cdot (273+T)}} \tag{10}$$

7.1.3.1. Ejemplo: Producción de metano con glucosa:

La glucosa $C_6H_{12}O_6$ es un compuesto que se degrada en CO_2 y CH_4 según:

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 3CO_2 + 3CH_4$$

Por lo que:

$$1molC_6H_{12}O_6 \longrightarrow 3molCH_4$$

Por otro lado el metano se oxida según:

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Es decir:

$$1molCH_4 \longrightarrow 2molO_2$$

Con lo que se llega a la conclusión de que:

$$1molC_6H_{12}O_6 \longrightarrow 3molCH_4 \longrightarrow 6molO_2$$

Es decir

$$1molC_6H_{12}O_6 \longrightarrow 48grCH_4 \longrightarrow 192grO_2$$

Es decir, degradar 1 mol de glucosa requiere 192 gr de O_2, por lo que la DQO eliminada es:

$$DQO_{eliminada} = 192grDQO$$

Ahora, aplicando la formula correspondiente, se pueden dar dos casos, tranajar en condiciones mesófilas o termófilas:

1. Condiciones mesófilas (30ºC):

$$V_{CH_4} = \frac{192}{\frac{64 \cdot 1}{0{,}082 \cdot (273+30)}} = 74{,}538litrosdeCH_4$$

2. Condiciones termófilas (50 ºC):

$$V_{CH_4} = \frac{192}{\frac{64 \cdot 1}{0{,}082 \cdot (273+50)}} = 79{,}458litrosdeCH_4$$

7.1.3.2. Decisión entre operar con temperaturas termófilas o mesófilas

La producción de metano es muy similar a temperaturas termófilas a mesófilas, de hecho simplemente se incrementa en un $6{,}59\,\%$ la producción de metano.

Glucosa $C_6H_{12}O_6$		
Temp. mesófilas	Temp. termófilas	Incremento %
74.538 litros	79.458 litros	6.59 % height

Tabla 58. Diferencias de producción de biogás a temperaturas mesófilas y termófilas. *Fuente: Adaptado de [SEOA13]*

El alto gasto en biogás que supone calentar un digestor desde 30ºC hasta 5ºC para trabajar en temperaturas termófilas, no compensa la producción de biogás, por lo que en este proyecto se va a trabajar siempre a temperaturas mesófilas de 30 ºC.

7.2. El biogás

7.2.1. Composición del biogás

El biogás es el producto que se obtiene tras la degradación anaerobia (sin aire) de materia orgánica, y está formado principalmente por metano CH_4, dióxido de carbono CO_2 y otros gases, productos de la digestión anaerobia, como hidrógeno $H2$, ácido sulfhídrico H_2S, vapor de agua

Por lo general se establecen estos límites en la composición del biogás:

- Metano CH_4: $50 - 70\,\%$
- Dióxido de carbono CO_2: $30 - 40\,\%$
- Hidrógeno H_2, Ácido sulfhídrico H_2S y otros gases: $\leq 5\,\%$



Figura 54. Composición general del biogás. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de la bibliografía*

7.2.2. Poder calorífico del biogás

Diversos autores establecen los límites del poder calorífico del biogás en:

$$18{,}8 - 23{,}34 \frac{MJ}{Nm^3}$$

Bastante similares al poder calorífico del gas natural.

7.2.3. Equivalencias del biogás con otros combustibles fósiles

Diversas fuentes, en especial el CIEMAT, establecen las equivalencias que se muestran a continuación Figura 55, del biogás con otros combustibles fósiles utilizados:

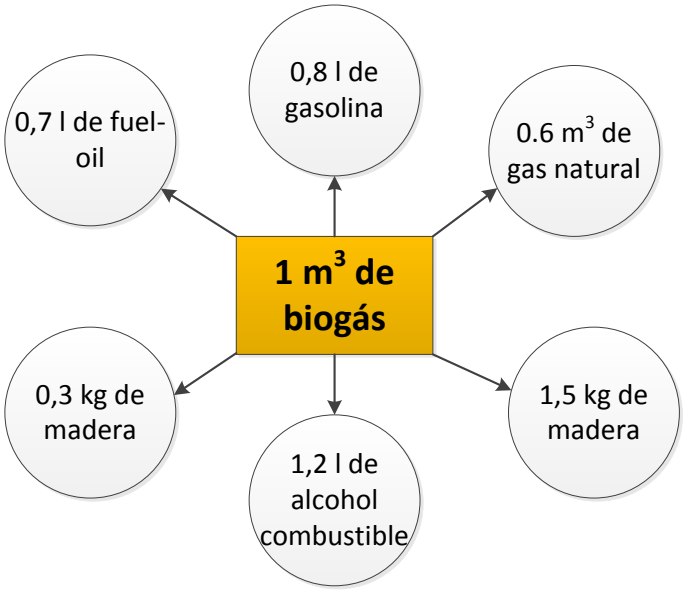


Figura 55. Equivalencia del biogás con otros combustibles fósiles habituales. *Fuente: [IDAE07]*

Como puede observarse, el poder calorífico del biogás es aproximadamente la mitad del gas natural, con lo que parece una muy buena alternativa a otros combustibles fósiles como el petróleo o la gasolina, no tanto para su uso en automoción, pero si para generación eléctrica o térmica.

7.2.4. Usos del biogás

Como se ha indicado en numerosas ocasiones a lo largo del estudio, el biogás puede utilizarse, tras su combustión, como fuente de energía térmica, eléctrica o ambas mediante co-generación. Incluso como fuente de iluminación si se quema en lámparas.

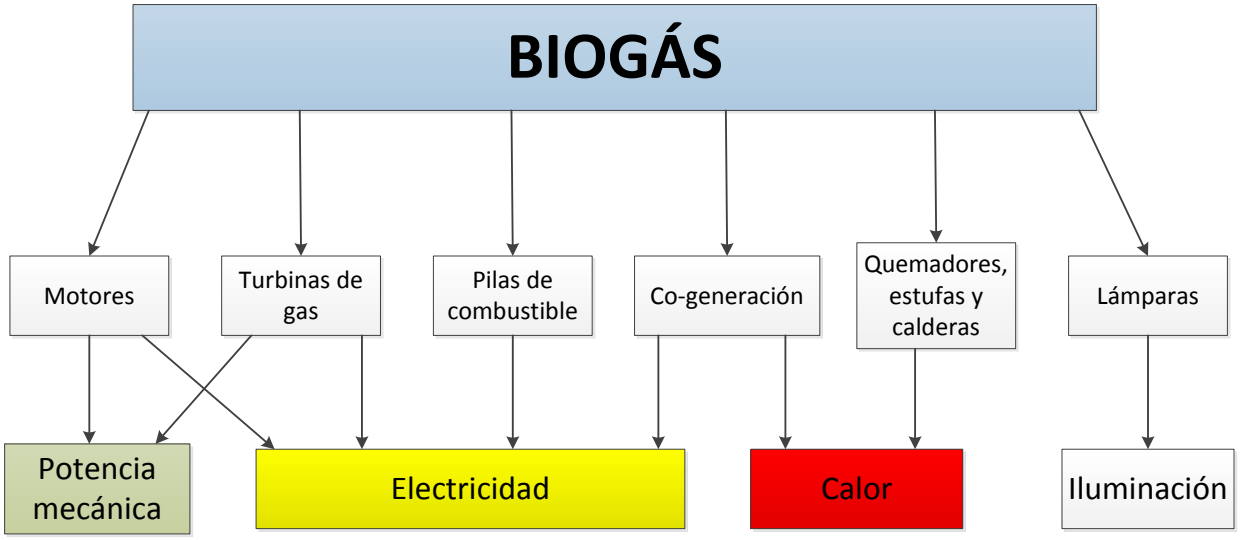


Figura 56. Principales usos para el biogás. *Fuente: Elaboración propia*

- El biogás puede quemarse en un motor de combustión MCIA, y utilizarse para generar potencia mecánica, o bien acoplar un generador eléctrico y utilizarlo como fuente de energía eléctrica.
- Si se emplea como gas de síntesis en una turbina de gas, se puede generar potencia mecánica y energía eléctrica al acoplar un generador.
- En una pila de combustible se utiliza como generador eléctrico.
- Existen motores de cogeneración, que al quemar combustible, en este caso biogás se produce aproximadamente el 50 % como energía térmica, y el otro 50 % como energía eléctrica.
- Si se quema el biogás directamente en estufas, calderas, o cualquier otro dispositivo de combustión se genera energía térmica.
- Y por último, si ese utiliza como combustible en lámparas se puede utilizar como fuente de iluminación.

7.2.5. Estimación de la producción de biogás tras la digestión de residuos

La generación de biogás viene tras la digestión anaerobia, en el que los sólidos se volatilizan y las bacterias comienzan las reacciones de acidogénesis y metanogénesis explicadas anteriormente.

Se hace lógico pensar que la producción de biogás será directamente proporcional a la fracción de sólidos presentes en el residuo a digerir que sean susceptibles de volatilizarse:

$$Q_{biogs} = f_{produccin} \cdot SST \cdot SSV \cdot Q_{residuo} \tag{11}$$

Siendo:

- $Q_{residuo}$ el caudal de residuo a metanizar que alimenta al digestor.
- Q_{biogs} el caudal de biogás esperado tras la metanización.
- SST cantidad de sólidos en suspensión que presenta el residuo a tratar.
- SSV Fracción de sólidos en suspensión volátiles presentes en el residuo, por unidad de SST.
- $f_{produccin}$ factor de producción, o rendimiento de la producción de biogás, que suele establecerse en $0{,}25 - 0{,}5$.

7.2.5.1. Aplicación al caso de estudio

Para el caso de estudio, es decir, al industria avícola, ya se indicó que es un proceso totalmente novedoso, nunca se ha intentado llevar a cabo, por lo que no se dispone de experiencias ni datos asegurados.

Sin embargo, en plantas residuales como las de Rheda(Alemania) y Schwechat (Austria) se han llevado a cabo experiencias piloto con residuos procedentes de la industria alimentaria y se ha conseguido un incremento en la generación de biogás entre un 100 % y 160 %.

Gracias a estas experiencias se han obtenido los siguientes datos relativos a la composición de SST y SSV de ciertos subproductos de la industria avícola, así como sus potenciales de metanización:

Subproducto	ST(%)	SV(% ST)	Potencial de metanización ($m^3 biogas/ton$)
Residuo avícola	40-50	90-97	100-200
Tripería	80-90	90-98	55-65
Sangre	10-20	90-95	65-75
Restos cárnicos	90-100	70-80	300-350
Grasas	40-60	80-90	300-400
Lodos de EDAR	40-60	90-98	90-130

Tabla 59. Composición en volátiles y poder de metanización de ciertos subproductos de la industria cárnica avícola. *Fuente: Adaptado de [MINI06]*

Con estos datos y la tasa de producción de la planta puede calcularse la producción de biogás esperada, y con él la potencia disponible del biogás.

7.3. Biogás y potencias disponibles en el caso de estudio

Dado que no se tiene un gran número de experiencias en la producción de biogás mediante co-digestión de aguas residuales y otros residuos, no se puede establecer una ley y unos valores estandarizados para estos casos. Sin embargo, con los datos obtenidos en las experiencias citadas anteriormente, que se adjuntan en Tabla 59, puede hacerse una aproximación del biogás que se obtendrá en el estudio.

7.3.1. Biogás disponible

Conocida la tasa de producción de la planta, que se estima en unas $50000\ aves/dia$, el peso medio de cada ave, que ronda los $2{,}5\ kg/ave$, y los datos de producción de residuos por cada cabeza sacrificada, indicados en Tabla 9, se pueden obtener los siguientes datos de producción de residuos:

	% del ave	kg/canal	kg/dia
Sangre	3,6	0,09	4500
Plumas	6,1	0,1525	7625
Intestinos	3,4	0,085	4250
Cabeza	5,5	0,1375	6875
Patas	7	0,175	8750
Cuello	2,6	0,065	3250
Molleja	1,4	0,035	1750
Higado y corazón	2,2	0,055	2750

Tabla 60. Producción de subproducto cárnico en la planta de estudio. *Fuente: Elaboración propia*

Además, conocidos los datos del potencial de biometanización adjuntos en Tabla 59, se obtienen las siguientes producciones de biogás:

m3 de biogás producido	
Sangre	461,25
Plumas	-
Intestinos	371,875
Cabeza	1375
Patas	1750
Cuello	650
Molleja	153,125
Higado y corazón	240,625
Biogás total de metanización de resiudos. *Fuente: Elaboración propia*	**5001,875**

Tabla 61. Producción de biogás por residuo y subproducto

Estos datos de producción de biogás, junto con los que se producen al digerir los lodos de depuración, calculados anteriormente en Anexo 2, proporcionan el biogás total disponible en la cogeneración:

Biogás total disponible en la cogeneración	
Biogás de metanización de residuos	5001.875 m^3/dia
Biogás de la EDAR	185.4 m^3/dia
Biogás total disponible	**5187.275** m^3/dia

Tabla 62. Biogás total disponible en la cogeneración. *Fuente: Elaboración propia*

7.3.2. Potencia disponible

Teniendo en cuenta el biogás disponible y su poder calorífico que se situó entre $18{,}8 - 23{,}34$ MJ/Nm^3, se puede calcular la potencia disponible en el biogás:

Potencia total disponible del biogás en la cogeneración	
Biogás total disponible	5187.275 m^3/dia
Potencia total disponible	**1128.72** kW

Tabla 63. Potencia total disponible del biogás en la cogeneración. *Fuente: Elaboración propia*

Que pueden utilizarse como energía térmica, eléctrica, o ambas, para cubrir las enormes necesidades de la planta de proceso.

7.4. Tipos de reactores

7.4.1. Reactor de mezcla completa sin recirculación (RMC)

Este reactor consiste en un depósito en el que ingresa el efluente de agua residual, fangos o residuos manteniendo una distribución uniforme de concentración, por ello recibe el nombre de continuo.

Tiene un sistema de agitación en el que se mantiene el lodo siempre en movimiento, y por tanto la zona de digestión es todo el reactor. (Cosa que no ocurre en los reactores discontinuos). Gracias a este sistema de agitación el proceso de digerido es homogéneo y mucho más estable.

Al trabajar con una concentración de residuo constante, obliga a tener sistemas de control de temperatura y presión para mantener el lodo en las condiciones idóneas para ser digerido con la mayor rapidez posible, dar salida al biogás y poder ingresar más residuo rápidamente.

Se suelen utilizar con efluentes de residuos con una alta carga de sólidos. Por el sistema de agitación el residuo nunca va al fondo y puede digerirse por completo.

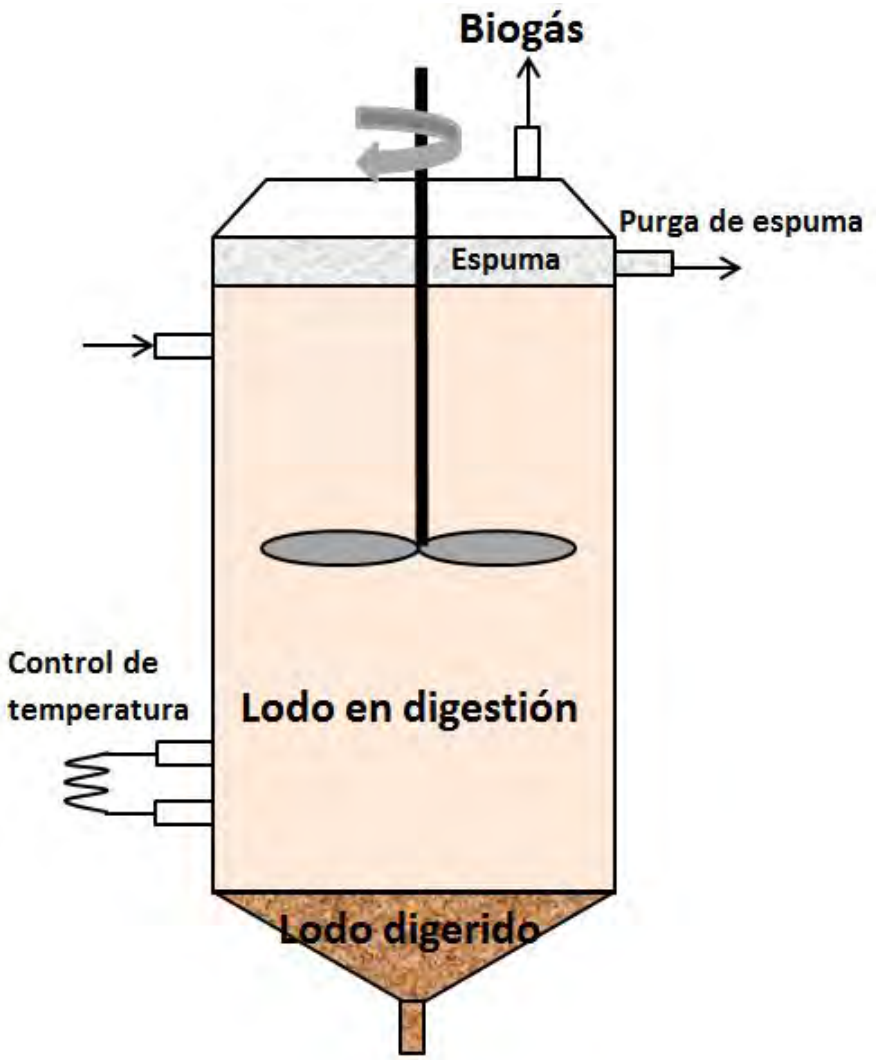


Figura 57. Reactor de mezcla completa y continua sin recirculación. *Fuente: Elaboración propia*

7.4.2. Reactor de mezcla completa con recirculación (RMCr)

Este reactor es exactamente igual que el RMC, salvo por el detalle de que incluye un sistema de recirculación de fango para volver a digerir el fango ya estabilizado, y aprovechar al máximo la producción de biogás.

El principal inconveniente de estos reactores es que, además de necesitar un sistema auxiliar para la recirculación, no pueden formar sistemas de dos etapas o en serie, como si pueden hacer los RMC sin recirculación.

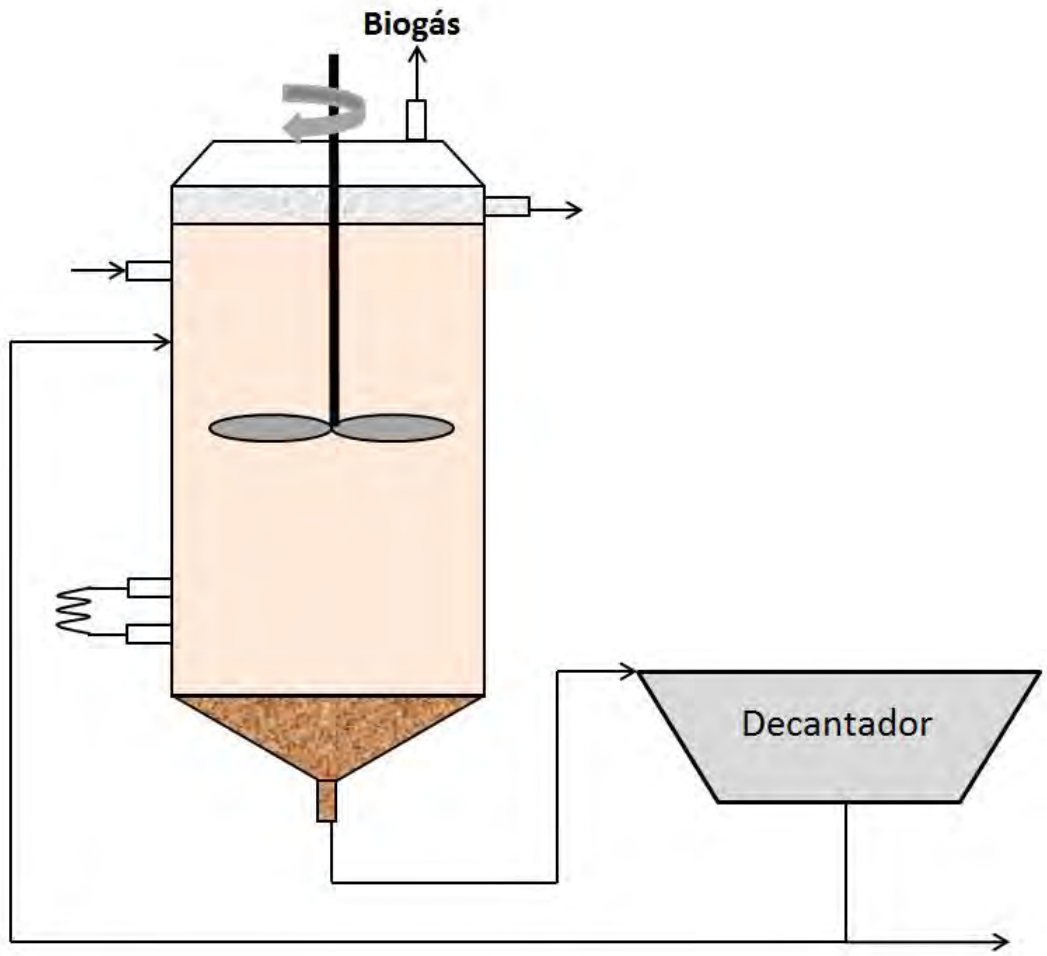


Figura 58. Reactor de mezcla completa y continua con recirculación. *Fuente: Elaboración propia*

7.4.3. Reactor discontinuo o de baja carga

Estos reactores son similares geométricamente a los RMC, pero sin sistema de agitación.

Al no presentar este sistema de agitación pueden recibir residuo o fango para digerir sin necesidad de que sea un flujo continuo, por ello se denominan discontinuos.

Aparte de esa gran ventaja, el problema que presentan es que tanto bacterias como lodo, por su propio peso van decantando hacia zonas bajas del digestor, y la zona de digestión se reduce a una pequeña sección en vez de realizarse homogéneamente en todo el reactor. Por efecto de la decantación y concentración del lodo en digestión, aparece un sobrenadante que ha ser purgado junto con la espuma.

Es por ello que estos sistemas se suelen utilizar en fangos con poca carga de sólidos, para evitar una compactación y decantación excesiva del fango en digestión.

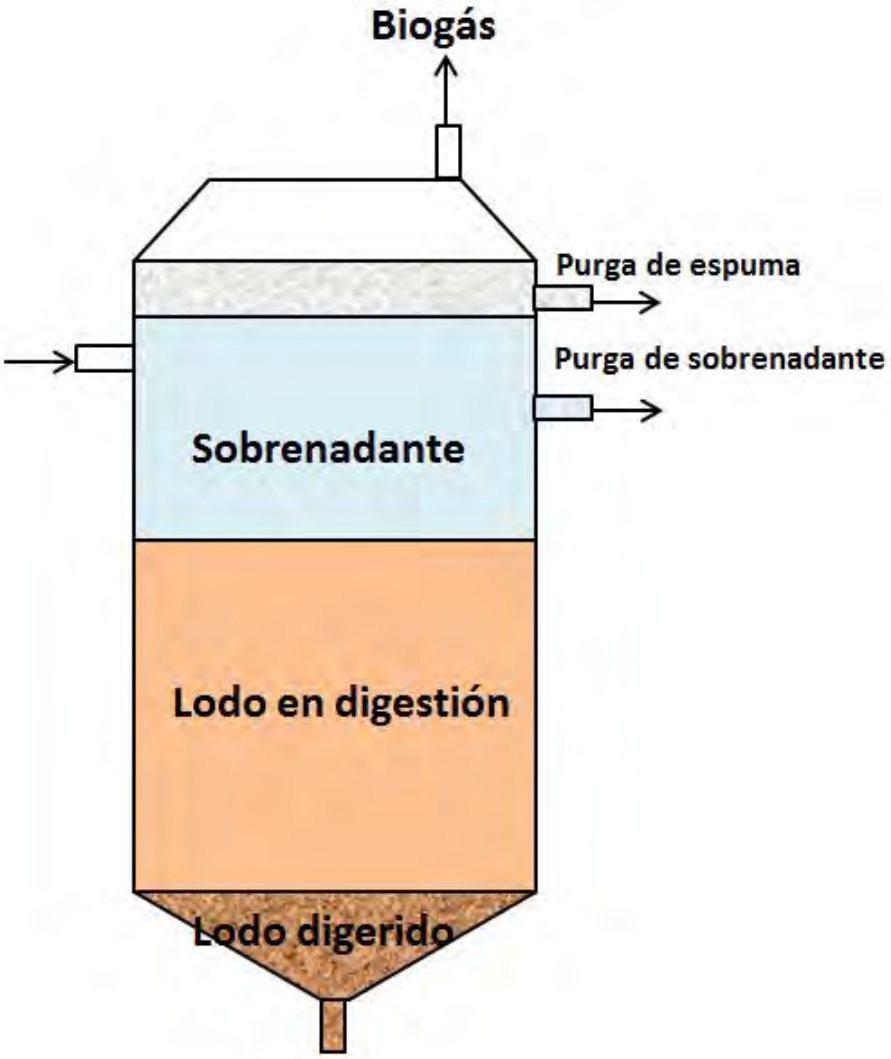


Figura 59. Reactores discontinuos o de baja carga. *Fuente: Elaboración propia*

7.4.4. Reactor de lecho fijo (filtros anaerobios)

Los microorganismos están estáticos y adheridos a un material inerte, formando un manto o lecho de biomasa adherida.

El efluente residual entra por la zona inferior o superior y poco a poco va ascendiendo o descendiendo, viéndose obligado a atravesar los intersticios del manto de microorganismos.

La principal limitación es que solo puede utilizarse para aguas residuales y con poca contaminación de SS, ya que si no los residuos no atravesarían los intersticios, quedando el reactor bloqueado.



Figura 60. Reactor de lecho fijo (filtros anaerobios). *Fuente: Elaboración propia*

7.4.5. Reactores de lecho rotativo (biodiscos anaerobios)

Este caso es similar a los reactores de lecho fijo, pero los lechos bacterianos no están adheridos a un lecho fijo, si no que se encuentran en unos discos que giran por acción externa.

La biomasa se adhiere poco a poco a los discos rotativos, de material poroso, que deben de estar siempre sumergidos para asegurar condiciones anaerobias en el lecho de microorganismos.

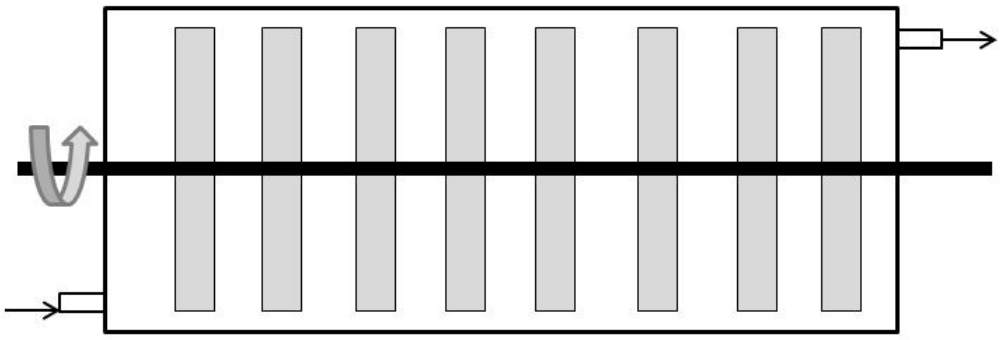


Figura 61. Reactores de lecho rotativo (biodiscos anaerobios). *Fuente: Elaboración propia*

7.4.6. Reactores de biomasa suspendida o manto de lodos (UASB)

En estos reactores, el flujo de corriente residual es ascendente, y atraviesa un manto de lodos denso en el que se encuentra la flora bacteriana. El gas es separado por un dispositivo de separación en forma de campana invertida, que a la vez sirve de sedimentador para evitar que el gas generado arrastre lodo a la superficie y sea evacuado junto con el sobrenadante.

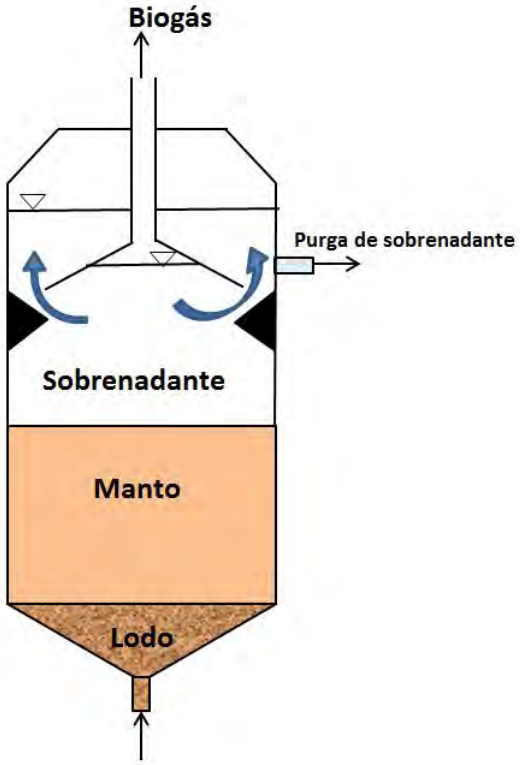


Figura 62. Reactores de biomasa suspendida o manto de lodos (UASB). *Fuente: Elaboración propia*

7.5. Combinación de sistemas

7.5.1. Sistemas de dos etapas

Este sistema consiste en la combinación de dos reactores dispuestos en serie:

- El primer reactor tiene un tiempo de retención muy elevado. En él se favorecen las reacciones de hidrólisis generando grandes cantidades de ácidos y materia orgánica disuelta, pero también se produce la metanogénesis..
- El segundo reactor tiene un tiempo de retención mucho menor, que digiere los productos del primer reactor, de manera que toda aquella materia orgánica no transformada en biogás pasa a metanizarse en esta nueva etapa.

Por lo general suele consistir en la combinación de un reactor RMC como primario, y otro de baja carga o discontinuo como secundario.

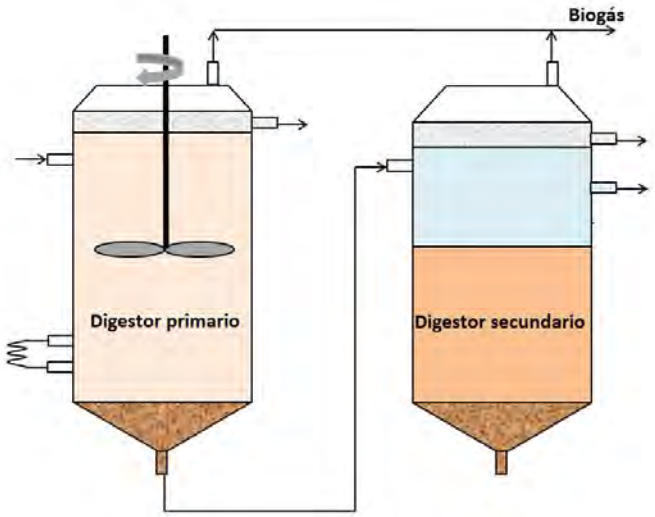


Figura 63. Sistema de reactores de dos etapas. *Fuente: Elaboración propia*

7.5.2. Sistemas de dos fases

Este sistema también consiste en la combinación de dos reactores en serie, por con ciertas diferencias.

- El primer reactor es el encargado de realizar las fases de hidrólisis y acidogénesis. Por eso se denomina reactor ácido.
- El segundo reactor es el encargado de la metanogénesis. Recibe la materia degradada en forma de ácidos y la metaniza en esta ocasión, produciendo biogás.

La principal ventaja de este sistema es que se aprovecha la cinética de la reacción y se asegura que toda la materia se acidifica y en segundo lugar se metaniza. Por lo general suele consistir en la combinación de dos reactores RMC.

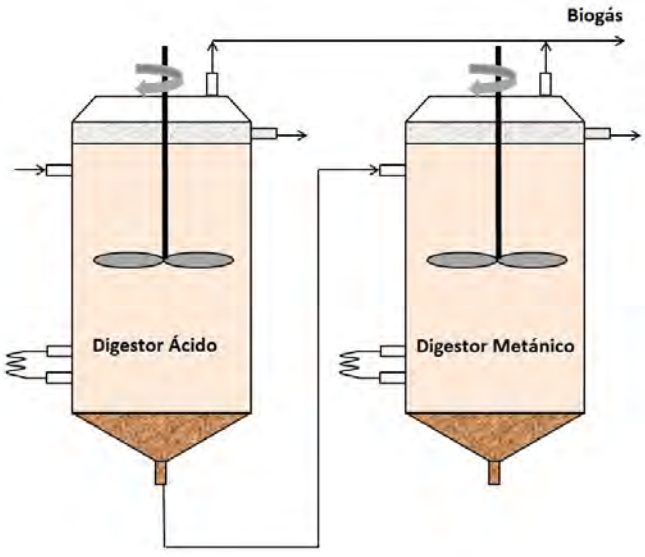


Figura 64. Sistema de reactores de dos fases. *Fuente: Elaboración propia*

7.6. Selección de digestores y combinación

7.6.1. Digestor

Tras analizar el propósito del proyecto, es decir, metanizar todos los residuos y subproductos posibles junto con los lodos de depuración, se llega a la conclusión de que la carga de entrada de sólidos será muy elevada, por lo que el digestores de lecho fijo, biodiscos o manto suspendido quedan descartados.

Entre un reactor discontinuo o de baja carga y un reactor de mezcla completa o de alta carga, se decide elegir un reactor de mezcla completa, principalmente porque es el adecuado para una carga de sólidos alta como la que tendrá el afluente, pero también porque el sistema de agitación hace más homogénea la digestión y más grande el área eficaz de lodo en digestión.

Además se elegirá sin recirculación para poder combinarlo en etapas o en fases para mejorar las reacciones de metanización.

- Se ha elegido un **digestor de mezcla completa sin recirculación RMC**.

7.6.2. Combinación

Se ha decidido establecer un sistema en dos etapas, en el que dos digestores RMC se encargarán, uno de las reacciones de acidificación, y el siguiente de las de metanización.

Gracias a ello se consigue aprovechar la cinética de la reacción, además de metanizar al máximo todos los residuos.

Esta decisión se ha tomado fundamentada en que, si se quiere tener una buena co-digestión, como se vio en líneas superiores, se ha de controlar la fase me acidogénesis, para no disminuir el pH y entonces limitar la metanogénesis. Con el sistema en dos etapas, la acidogénesis queda aislada de la metanogénesis, y no existirá el problema de acidificación de pH e inhibición metánica.

- Se ha decidido instalar los digestores RMC como un **sistema de dos etapas**.

7.7. Dimensionado de los digestores

7.7.1. Necesidades de humedad y cantidad mínima de residuo

Las características principales de los reactores RMC se resumen en la siguiente tabla:

Reactor RMC

Tiempo de retención hidráulico y celular del digestor primario	15-20 $dias$
Tiempo de retención hidráulico y celular del digestor secundario	4-6 $dias$
Carga de sólidos	1.6 -3.2 $kgSSV/m^3 - d$
Necesidades de humedad	25-33 %
Volumen de gas	1/3 del volumen total

Tabla 64. Principales parámetros de un reactor RMC. *Fuente: Adaptado de la bibliografía.*

La carga de sólidos se cumple sobradamente, el único inconveniente es la humedad necesaria para la metanización.

Los residuos tiene una humedad aproximada del $15\,\%$, y para poder ser digeridos necesitan alrededor de un $33\,\%$, es por ello que se hace necesario enviar alguna corriente de agua residual.

El caudal de residuos entrante se calculó en $39750\ kg/dia$ con una humedad del 15 %, es decir de $15 \cdot 39750/100 = 59625{,}5\ kg/dia$. Para conseguir llegar a la humedad requerida del 33 % se ha decidido enviar una corriente de agua residual, en concreto el agua residual de la etapa de sangrado.

7.7.1.1. Ventajas de incorporar la corriente de sangrado a la línea de metanización. Novedad del sistema híbrido de co-digestión.

Como se indicó anteriormente en Figura 33, se ha decidido enviar la corriente residual del agua de sangrado a la central de biometanización para aportar humedad a los residuos y proceder a su correcta digestión.

Esta solución es algo exclusivo del sistema híbrido de co-digestión de aguas residuales y otros residuos, ya que si no se incorporaran ambas líneas de depuración y metanización en un mismo sistema, esto no sería posible.

Esta medida aporta grandes ventajas al sistema, tanto de depuración como de metanización:

- La corriente de agua residual de sangrado está contaminada con grandes cantidades de materia orgánica ($DBO_5 \simeq 60\,\%\ del\ total$), por lo que la hace idonea para metanizar, ya que incrementará enormemente el potencial de metanización, aumentando la producción de biogás.

- Por otro lado, se elimina del proceso de depuración al corriente más contaminante, por lo que el proceso de depuración se vuelve muchísimo más eficaz y efectivo.

7.7.2. Conceptos previos al diseño del reactor

7.7.2.1. Carga orgánica volumétrica COV

Se define carga orgánica volumétrica como la cantidad de sustrato o materia orgánica que ingresa en el reactor, por unidad de volumen de este.

$$COV = \frac{Q \cdot S}{V} \tag{12}$$

Siendo:

- COV = carga orgánica volumétrica [$kgDQO/m^3 - d$]
- Q = Caudal del afluente [m^3/d]
- S = concentración del sustrato del afluente [$kgDQO/m^3$]
- V = volumen del reactor [m^3]

7.7.2.2. Carga hidráulica volumétrica CHV

Se define carga hidráulica volumétrica como el caudal de afluente que ingresa en el reactor, por unidad de volumen de este.

$$CHV = \frac{Q}{V} = \frac{1}{TDH} \tag{13}$$

Siendo:

- CHV = carga hidráulica volumétrica $[m^3/m^3 - d]$
- Q = Caudal del afluente $[m^3/d]$
- V = volumen del reactor $[m^3]$
- TDH = tiempo de retención hidraulico $[dias]$

7.7.2.3. Factor limitante para el diseño

Se va establecer un factor limitante para el diseño. Es decir, se establecerá un límite a partir del cual se dimensionará el digestor por COV o CHV, dependiendo de si domina más la entrada de materia orgánica o la entrada de afluente.

El límite establecido es el siguiente:

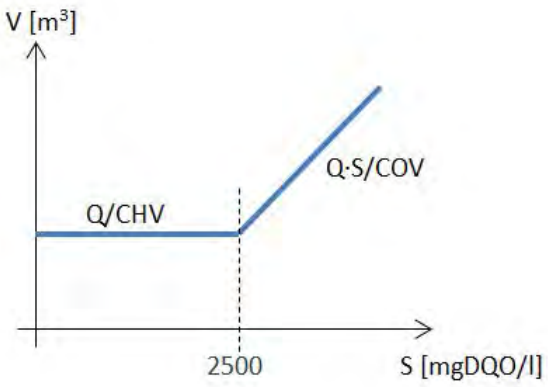


Figura 65. Factor limitante para el diseño del reactor biológico anaerobio. *Fuente: Adaptado de la bibliografía*

Es decir, si la concentración de sustrato S:

- Es menor de 2500, se dimensionará por CHV, es decir, por caudal.
- Es mayor de 2500, se dimensionará por COV, es decir, por entrada de materia orgánica.

7.7.2.4. Velocidad ascensional

Se define velocidad ascensional como la velocidad a la que sube el nivel de agua o de líquido contenido dentro del reactor. Lo velocidad debe de ser lo suficientemente alta para agilizar el proceso, pero lo suficientemente lenta para que la digestión pueda realizarse por completo.

Por lo general los límites de velocidad ascensional se toman según el tipo se sustrato:

- Tipo floculento: $v_{acs} = 0{,}5 - 1{,}5\ m/h$
- Tipo granular: $v_{acs} \leq 10\ m/h$

7.7.3. Diseño del reactor

En primer lugar se ha de decidir el criterio de diseño del reactor, si se diseña por COV o por CHV.

Al haber añadido una corriente de agua residual, la concentración de sustrato ha disminuido drásticamente, por lo que, observando Figura 65, se observa que el factor limitante es el CHV, así que se ha de dimensionar el reactor por caudal.

7.7.3.1. Diagrama de flujo básico para el diseño por caudal del reactor

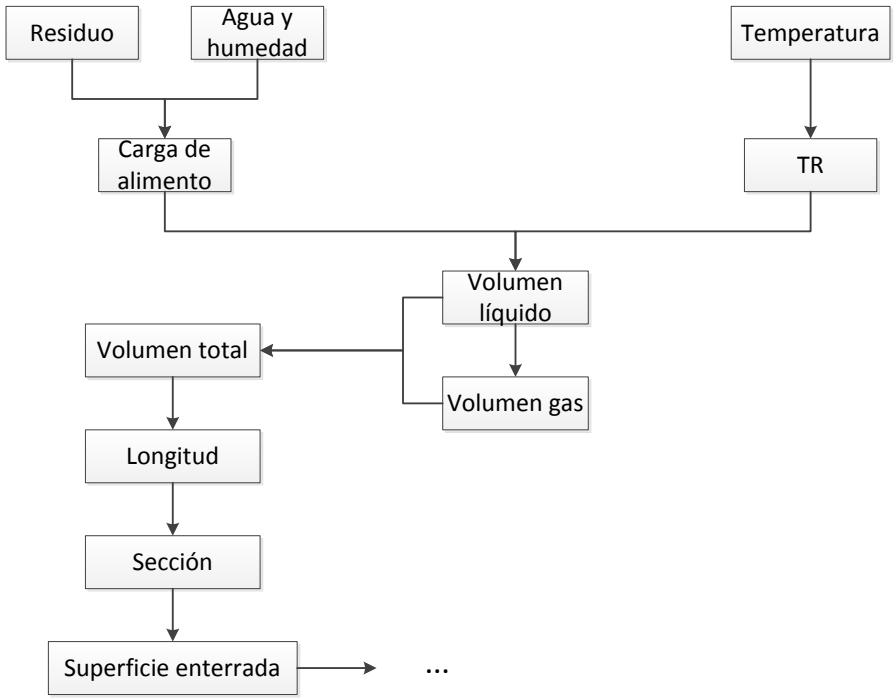


Figura 66. Diagrama de flujo básico para el diseño por caudal del reactor. *Fuente:[MART08]*

- Volumen líquido:
$$V_L = Qresiduo + agua \cdot TR$$
- Volumen gas:
$$V_g \approx \frac{1}{3} \cdot V_L$$
- Volumen total:
$$V_t = V_L + V_g$$
- Tiempo de retención:

		Digestor primario	Digestor secundario
	Temperatura [ºC]	**Tiempo de residencia [días]**	**Tiempo de residencia [días]**
Mesófila	33-35	15-20	4-6
Termófilas	50-55	10-15	4

Tabla 65. Temperaturas y tiempos de retención para dimensionado de digestores RMC. *Fuente: Adaptado de la bibliografía*

7.7.3.2. Limitaciones constructivas

Por razones constructivas y estructurales, se establecen los siguientes límites para las dimensiones de los digestores:

Límites constructivos para digestores anaerobios	
Altura	20 metros
Diámetro	20-35 metros

Tabla 66. Límites constructivos para digestores anaerobios. *Fuente: Adaptado de la bibliografía*

7.7.3.3. Resultados de dimensionamiento

Se presentan a continuación de forma resumida:

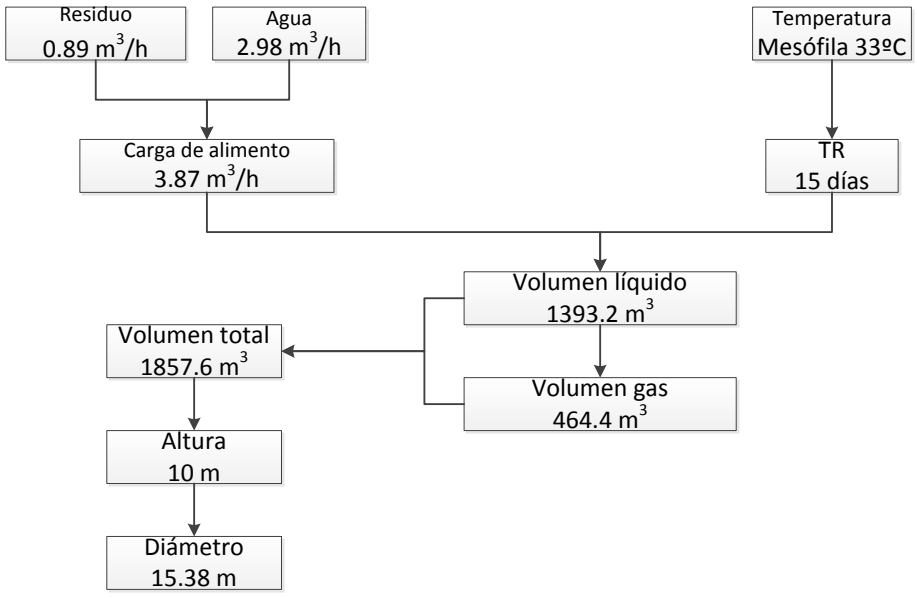


Figura 67. Resultados resumidos del dimensionamiento del reactor primario. *Fuente: Elaboración propia*

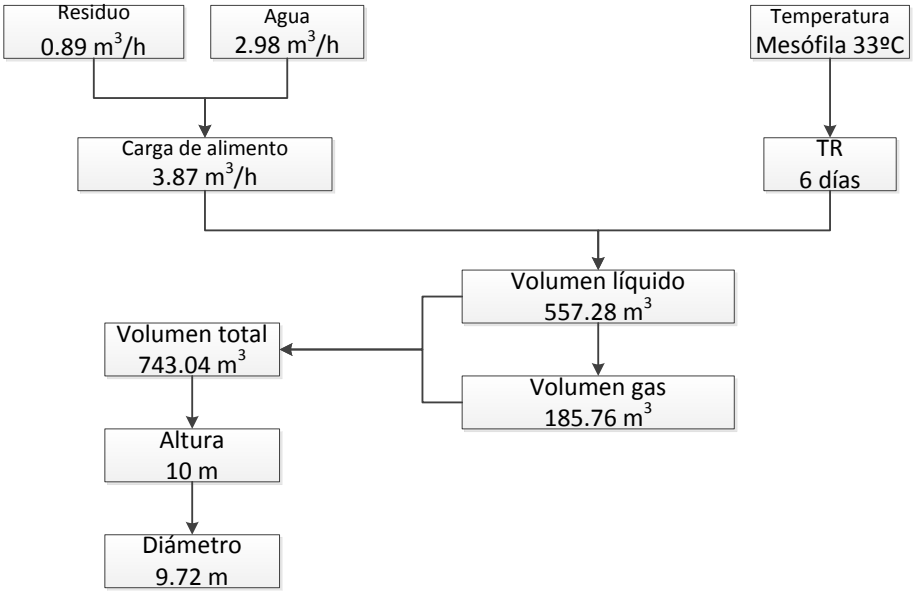


Figura 68. Resultados resumidos del dimensionamiento del reactor secundario. *Fuente: Elaboración propia*

Todos los resultados entran dentro de los límites constructivos, con lo cual se acepta la solución adoptada.

7.8. Diseño de la estación

7.8.1. Posibles usos y diseños de la estación de digestión

Una vez estudiados los diferentes usos que se le pueden dar al biogás como fuente de energía (Figura 56), es el momento de tomar una decisión, sobre si utilizarlo como fuente de energía térmica, eléctrica o ambas mediante cogeneración.

La planta necesita cubrir grandes cantidades de energía, tanto eléctrica como térmica. La decisión se va a tomar en base a unos estudios de viabilidad sobre que es más rentable, si invertir el biogás en generación eléctrica, en generación térmica o cogeneración.

7.8.1.1. Generación eléctrica exclusiva

En este caso, puede hacerse empleando el biogás en una pila de combustible, en una turbina de gas, o en un MCIA al que se acopla un generador eléctrico.

Por simplicidad de la instalación y por tener el menor coste, se decide en todo caso emplear el biogás como combustible en un motor de combustión interna alternativo al que se le acopla un generador eléctrico.

El estudio de viabilidad económico, que puede consultarse en Anexo 3, arroja los siguientes ratios económicos para su posterior análisis junto con el resto de soluciones:

VAN [M€]	0.41
TIR[%]	9.2

Tabla 67. Ratios económicos para una planta de digestión en generación eléctrica. *Fuente: Elaboración propia*

7.8.1.2. Generación térmica exclusiva

En este caso, puede hacerse empleando y quemando el biogás en una caldera o estufa, y generando calor con ella.

Para el caso de estudio, se calentaría agua en calderas, y se utilizaría en aguas de limpieza, en generación de vapor para limpieza, o en operaciones como escaldado, desplumado... Las necesidades térmicas estarían cubiertas completamente.

El estudio de viabilidad económico, que puede consultarse en Anexo 3, arroja los siguientes ratios económicos para su posterior análisis junto con el resto de soluciones:

VAN [M€]	0.74
TIR[%]	14.3

Tabla 68. Ratios económicos para una planta de digestión en generación térmica. *Fuente: Elaboración propia*

7.8.1.3. Co-generación

En este caso, con un motor de co-generación se generará energía tanto eléctrica como térmica. El problema que presenta esta solución es que el rendimiento de generación térmica es alrededor del 50 % y el otro 50 % de generación eléctrica. Dividiendo de esta manera la generación, no se conseguirá cubrir por completo ninguna de las dos necesidades, ni térmicas ni eléctricas, por lo que la solución no es muy adecuada.

El estudio de viabilidad económico, que puede consultarse en Anexo 3, arroja los siguientes ratios económicos para su posterior análisis junto con el resto de soluciones:

VAN [M€]	0.195
TIR[%]	6

Tabla 69. Ratios económicos para una planta de digestión en co-generación. *Fuente: Elaboración propia*

7.8.2. Decisión y diseño final

Por los análisis económicos anteriores, porque es una solución que cubre por completo las necesidades y es una instalación relativamente sencilla de instalar y de coste reducido, se ha decidido emplear el biogás en generación térmica.

Para ello se quemará el biogás en calderas y se utilizará para cubrir las necesidades térmicas de los digestores del sistema híbrido y otras operaciones de la planta, como son la generación de vaor y agua caliente para aguas de limpieza, escaldado, desplumado...

El biogás sobrante, en caso de existir, se utilizará para generación eléctrica en un pequeño motor de combustión.

La estación ha quedado dimensionada con los siguientes elementos:

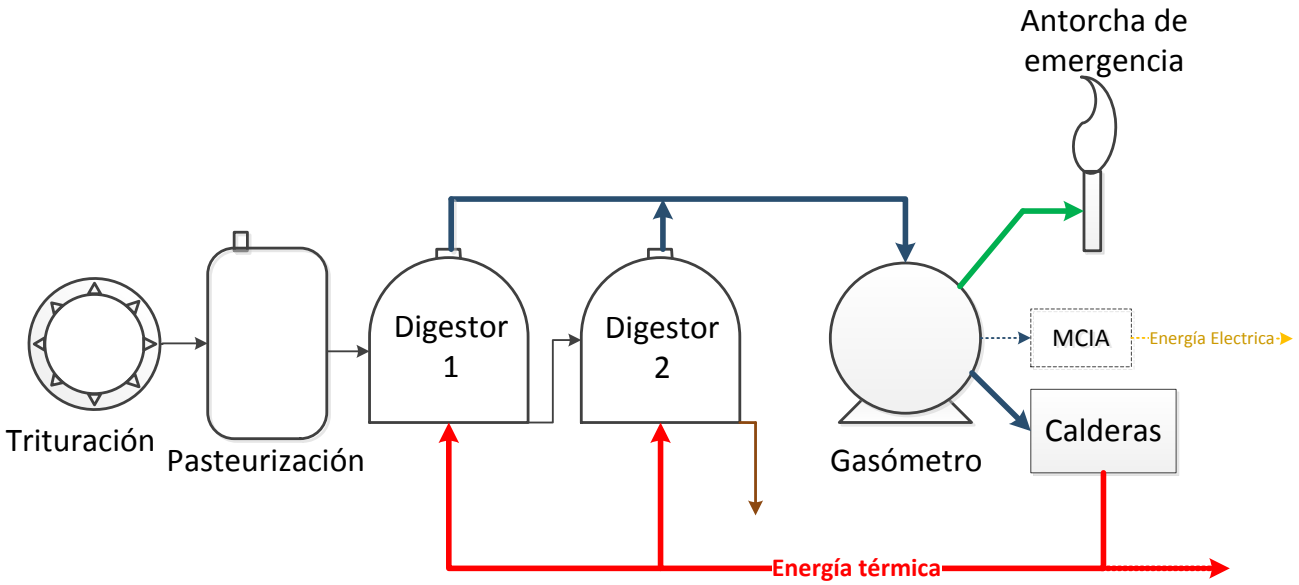


Figura 69. Esquema de la planta de biometanización diseñada. *Fuente: Elaboración propia*

- **Triturado**: Que reduce el tamaño de los residuos para mejorar la posterior digestión y hacerla más efectiva.
- **Pasteurización**: Empleada para higienizar los residuos antes de entrar al digestor y hacer más seguro el proceso.
- **Digestores**
- **Gasómetro**: Para almacenar el biogás generado antes de ser consumido.
- **Antorcha de emergencia**: Para quemar el biogás en caso de que el gasómetro esté lleno, o en caso de emergencia.
- **Calderas**: Para generación térmica.
- **MCIA**: Pequeño motor para generar energía eléctrica con el biogás sobrante, en caso de existir, y cubrir en la medida de lo posible las necesidades.

Capítulo 8

Conclusiones

1. Se ha dado solución a cuatro grandes problemas ambientales con un único sistema híbrido que integra las funciones de depuración y valorización de residuos mediante biometanización.

2. Este sistema es totalmente novedoso y se espera que sea objeto de futuros estudios.

3. La línea de depuración permite un reciclado total del agua, minimizando así el consumo exterior y reduciendo enormemente la emisión de aguas residuales, reduciendo estos aspectos ambientales.

4. Se espera crear un ejercicio de concienciación y de cambio de ley, ya que no se permite el uso de agua reutilizada en la industria alimentaria, pero se ha demostrado que pueden obtenerse parámetros que aseguran la seguridad sanitaria en una instalación dentro de la misma planta.

5. Se han valorizado prácticamente la totalidad de los residuos, utilizándolos como una fuente de energía disponible, reduciéndose así estos dos aspectos clave.

6. El sistema de co-digestión se ha diseñado para que sea fácil de implantar. Las únicas modificaciones frente a una EDAR tradicional son un sistema terciario muy agresivo y los elementos de la central de cogeneración, por lo que con añadir estas últimas etapas al proceso de una depuradora existente sería suficiente.

7. El sistema híbrido aporta ventajas que hacen más eficiente tanto la línea de depuración como la línea de biometanización que, si se instalaran por separado, no podrían aprovecharse:

    - Se hace necesaria la separación de corrientes ilustrada en Figura 4, lo que provoca separar de la depuración la corriente más contaminante, y se aprovecha esta en la producción de energía.
    - En la línea de metanización se digieren conjuntamente lodos de depuración y residuos, aprovechando la sinergia que se crea en la producción de biogás.

Bibliografía

[METC05] **Metcalf & Eddy**, *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*. (2005)

[MINI06] **Ministerio de medio ambiente**, *Guía de Mejoras Técnicas Disponibles en España del Sector Matadero y de los Transformados de Pollo y Gallina*, (2006).

[SEOA03] **Mariano Seoánez Calvo**, *Manual de tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias*, (2003).

[ISLA11] **Ricardo Isla de Juana**, *Proyectos de tratamiento de aguas. Aguas de proceso, residuales y de refrigeración*, (2011).

[CONT09] **Alfonso Contreras López y Mariano Molero Meneses**, *Ciencia y tecnología del medio ambiente*, (2009).

[IDAE07] **IDAE**, *Biomasa. Digestores anaerobios*, (2007).

[CONS11] **Consejería de economía, innovación y ciencia de Andalucía**. *Estudio básico del biogás*, (2011)

[SEOA13] **Mariano Seoánez Calvo**. *Manual de las aguas residuales industriales*, (2013)

[GALV12] **Rafael Marín Galvín**. *Procesos fisicoquímicos en depuración de aguas*, (2012)

[GILR05] **Manuel Gil Rodriguez**. *Procesos de descontaminación de aguas. Cálculos avanzados informatizados*, (2005)

[GALV95] **Rafael Marín Galvín**. *Análisis de aguas y ensayos de tratamiento*, (1995)

[GONZ09] **Jaime González Velasco**. *Energías Renovables*, (2009)

[MART08] **Jaime Martí Herrero**. *Biodigestores. Guía de diseño y manual de instalación.*, (2008)

[MOLI07] **Francisco José Molina Perez**. *Comportamiento dinámico de digestores anaerobios*, (2007)

[PROB11] **Probiogas**. *Guía de utilización agrícola de los materiales digeridos por metanización*, (2011)

[LOPE09] **Manuel E. López M.**. *Tratamiento biólogico de aguas residuales aplicable a la industria avícola*, (2009)

[RODR06] **Antonio Rodriguez Fernández Alba y Otros**. *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*, (2006)

[MORI10] **Pedro Morillo Ortiz**. *Proyecto de la estación depuradora de aguas residuales del parque de innovación empresarial y energías renovables de San Lucar la Mayor (Sevilla)*, (2010)

[LOPE09] **Manuel E. López M.**. *Tratamiento biólogico de aguas residuales aplicable a la industria avícola*, (2009)

[FERN09] **Jesús Fernandez Gonzalez y otros**. *Biomasa. Estado actual y perspectiva inmediata.*, (2009)

PARTE II

ANEXOS

Apéndice A

Anexo 1: Tecnologías disponibles en depuración

En este anexo se va a tratar de presentar, de forma resumida, las tecnologías disponibles en la actualidad para la depuración y purificación del agua.

A.1. Pozo de gruesos

Esta etapa consiste en una balsa, cuadrada o rectangular, en la que se eliminarán grandes sólidos que pueden obstruir procesos posteriores de la depuración.

El tiempo de retención en la balsa debe ser pequeño para evitar que sedimente materia orgánica o cualquier otro sólido. Solo se eliminan sólidos de gran tamaño, haciéndolos pasar por una reja muy ancha, o bien se retiran directamente por extracción con una pala.

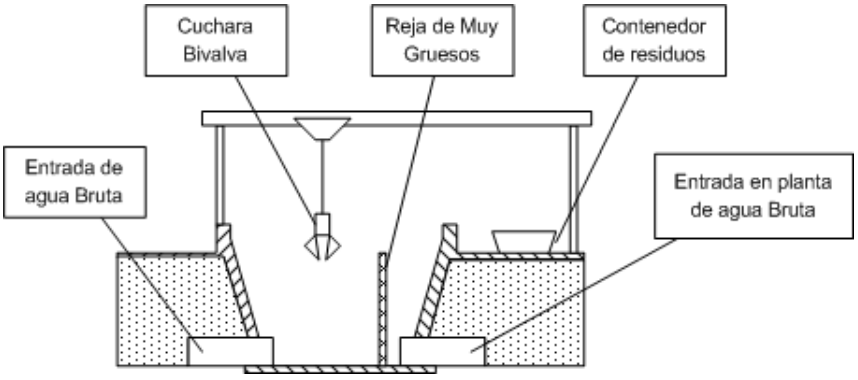


Figura 70. Pozo de gruesos

A.2. Desbaste

Es una etapa situada al comienzo de cualquier EDAR, y es la encargada de eliminar sólidos gruesos y flotantes haciéndolos atravesar una superficie con rejas.

Los sólidos de tamaño mayor que la *luz entre rejas* quedan separados del resto del afluente, por lo que no continúan en el proceso de depuración y pueden ser eliminados.

El desbaste, por lo general, se divide en desbaste grueso, medio o fino, y depende de la separación entre rejas o barrotes.

- Desbaste grueso: La luz entre rejas se propone mayor de 5cm. Todo sólido con tamaño mayor de 5 cm quedará retenido en esta etapa y será retirado.
- Desbaste medio: En este caso las rejas se hallan separadas entre 10 y 25 mm, y es capaz de retener sólidos de menor tamaño.
- Desbaste fino: Es aquel en el que la luz entre barrotes es menor de 10 mm, normalmente de 5mm o 3 mm, y puede retener sólidos mucho más finos y de menor tamaño que el resto de desbastes.

Es común utilizar una sucesión de desbastes, comenzando por un desbaste grueso, seguido de uno medio y terminando con uno fino, es decir, una sucesión de rejas con distancia entre barrotes decreciente, para asegurar una buena remoción de sólidos.

Cabe destacar que la limpieza de las rejas puede ser manual o automatizada, y se realiza con unos rastrillos o peines que limpian la superficie, y los sólidos removidos se retiran para su eliminación.



Figura 71. Desbaste

A.3. Tamizado

El tamizado es una operación similar al desbaste, pero de mayor precisión. En este caso el afluente se hace pasar, en vez de por unas rejas, por una malla, con luz de malla más pequeña que el desbaste, variando desde 5mm hasta los 0.2 mm.

Gracias a ello es capaz de retener sólidos de menor tamaño.

Todo lo dicho anteriormente es aplicable al tamizado.



Figura 72. Tamizado

A.4. Desarenado-Desengrasado

1. El desarenado es un método de eliminación de arenas o sólidos rápidamente sedimentables. Se entiende por arenas todo sólido mayor de 0.2 mm, que no puede ser eliminado en un tamizado, y con un peso específico suficiente para poder decantar.

   Consiste en un depósito, normalmente rectangular, en el que por acción de su propio peso las arenas van sedimentando hacia el fondo. La recolección de las arenas puede ser de dos maneras:

   - Asistida mediante peines, que barren el fondo del tanque de desarenado, de forma similar a los desbastes y tamizados.
   - Mediante una construcción del depósito con fondo inclinado, de manera que las arenas van resbalando por el hasta retirarse.

2. Desengrasado es la etapa encargada de eliminar grasa y aceites. Las grasas y aceites son compuestos, normalmente con una densidad mucho menor que la del agua, que flotan y se encuentran en la superficie en forma de espumas o balsas de grasa.

   Para eliminarlas se cuenta con sistemas de desengrasado por flotación, en el que se inyecta una corriente de aire ascendente al agua contenida dentro de un tanque. Las burbujas de aire son capaz de arrastrar hacia la superficie las partículas de grasa (ya que su densidad es muy baja) y una vez en superficie se eliminan mediante un barrido.

3. Desarenado-Desengrasado: Se pueden combinar ambas funciones en una misma etapa. Esta consistirá en un depósito al que se le inyecta aire ascendente. El aire arrastrará a la superficie las grasas, mientras que las arenas, al tener un peso específico mayor, sedimentaran hacia el fondo. Para recolectar arenas y grasas se utilizará un peine doble que barre tanto superficie como fondo, y posteriormente el residuo se retira para su eliminación



Figura 73. Desengrasado

A.5. Balsa de homogeneización

La balsa de homogeneización, como su propio nombre indica, no es más que una gran balsa en la que se va almacenando el agua residual, principalmente por dos razones:

- Homogeneizar el caudal: Si el agua residual no llega con un caudal constante, si no que es muy intermitente, la balsa de homogeneización ayuda a recoger todos los picos de caudal, y mantiene a la salida de esta un caudal constante para que la planta opere con mayor eficacia, siempre al mismo caudal, y evitar así problemas de sobrellegada de agua residual.

- Homogeneización de la contaminación: Al estar el agua residual almacenada y mezclada, si llega con picos de caudal también lo hará con picos e contaminación inesperados, que la EDAR no será capaz de asumir, por ello en la balsa, con la mezcla de aguas e consigue obtener una contaminación constante y uniforme.



Figura 74. Balsa de homogeneización

A.6. Decantadores. Primario y Secundario

La decantación es un método de eliminación de sólidos en suspensión que por su propio peso sedimentan hacia el fondo. En el decantador primario se elimina la contaminación procedente de los SS o del sistema de CFD, mientras que en el decantador secundario, que se sitúa a continuación del tratamiento biológico, sedimenta la materia orgánica producida tras la digestión, quedando el agua libre de esta contaminación.

Consisten en un gran depósito, circular o rectangular, en el que el agua se almacena para que su contaminación sedimentable vaya decantando al fondo. Por lo general en el fondo se encuentran todos los SS que han podido eliminarse, y en superficie trazas de espuma o grasas, que se eliminan fácilmente con un barrido en superficie o con un rebosadero.

Los decantadores pueden ser estáticos o mecanizados si presentan algún sistema de agitación o barrido para ir eliminando la materia sedimentada. EN decantadores circulares el barrido es por rotación, mientras que en decantadores rectangulares el barrido es similar al empleado en la etapa de desarenado.



Figura 75. Decantador primario



Figura 76. Decantador secundario

A.7. Decantación mejorada químicamente: Coagulación, Floculación, Decantación (CFD)

Puede darse el caso de que la contaminación no sea posible eliminarla mediante una decantación simple porque esta se encuentra disuelta y por ello no sedimenta. En este caso se emplea una decantación mejorada con la adición de productos químicos que consiguen hacer flocular y decantar los sólidos o sales disueltos en el agua residual. Este método se basa en la eliminación de la carga de las partículas de sales a eliminar

Normalmente este proceso ocurre en tres fases, separadas en tres balsas distintas:

- Coagulación: En esta etapa se añade un producto químico, el coagulante, que ayuda a romper y neutralizar la carga eléctrica de las partículas disueltas. Inicialmente estas partíulas están cargadas, y por ello no pueden combinarse entre si. Esta operación se realiza en una balsa con una agitación intensa.

- Floculación: una vez se ha eliminado la carga de las partículas, estas pasan al tanque de floculación, agitado lentamente. Gracias a la agitación, y a que ahora carecen de carga electrostática, las partículas se combinan entre sí formando flóculos (partículas de mayor tamaño formadas por la unión de varias).

- Por último, los flóculos se llevan a un decantador, y ahora, al haber aumentado de tamaño son capaces de sedimentar por su propio peso.

Por lo general este método suele utilizarse cuando el agua residual presenta una alta contaminación de sales disueltas, que no pueden eliminarse por otro método físico.



Figura 77. Coagulación, Floculación, Decantación (CFD)

A.8. Tratamiento biológico por fangos activos

Se trata de un proceso biológico aerobio, es decir, se realiza en presencia de aire. Podría decirse que es el sistema más habitual y más utilizado en depuración, por ser tremendamente sencillo y presentar una alta eficacia.

El método de los fangos activos busca flocular la materia orgánica disuelta dentro de agua residual, por acción de bacterias y microorganismos. Para ello se pone en contacto el agua residual con las bacterias y microorganismos dentro de un tanque denominado tanque de aireación, en el que se inyecta aire para favorecer la respiración de las bacterias. Los microorganismos, en suspensión dentro del agua residual, transforman la materia orgánica biodegradable en nuevas células y subproductos que floculan y pueden eliminarse por decantación. Por lo general se elimina la materia orgánica, aunque las bacterias también son capaces de captar, en mucha menor medida, ciertos componentes inorgánicos y nutrientes como nitrógeno y fósforo.

Constructivamente, el sistema de fangos activos o lodos activados esta constituido por una balsa de aireación, en la que se produce la digestión por parte de las bacterias, y un tanque de sedimentación, donde decantan la materia orgánica digerida y floculada, y los microorganismos encargados de la digestión.

Se hace necesario recircular parte de los fangos obtenidos, ya que estos contienen los microorganismos encargados de la digestión, y se ha de mantener unos niveles constantes de población en el tanque de aireación.



Figura 78. Tratamiento biológico por fangos activos

A.9. Tratamiento biológico por filtros biológicos o lechos bacterianos

Se trata de otro sistema aerobio bastante habitual en depuración, en el que se elimina la materia orgánica biodegradable gracias a la acción de bacterias y microorganismos.

La principal diferencia con el tratamiento de fangos activos radica en que, en este caso la población bacteriana no se encuentra en suspensión dentro del agua residual, si no que se encuentra adherida a una superficie porosa denominada lecho.

El agua residual se riega sobre el lecho bacteriano, y esta es obligada a atravesarlo a través de las porosidades a la vez que las bacterias digieren la materia orgánica.

La porosidad debe ser tal que permita no solo que pase el agua residual, si no la entrada de aire para favorecer la respiración de las bacterias. Por ello es habitual encontrar reactores de lechos con ventiladores en el fondo para favorecer una entrada forzada de aire.

Constructivamente suelen ser torres cilíndricas de altura considerable para obtener una gran cantidad de manto bacteriano, favorecer el riego del agua residual sobre los lechos y no obstruir las porosidades para provocar la entrada de aire. El agua se inyecta desde la parte superior y se recoge por la parte inferior una vez ha atravesado el lecho.



Figura 79. Tratamiento biológico por filtros biológicos o lechos bacterianos

A.10. Tratamiento biológico por biodiscos

Es otro de los tratamientos biológicos aerobios más habituales. El fundamento es el mismo que el de lechos bacterianos, pero en esta ocasión el manto no está situado en un soporte fijo, si no que esta adherido a unos discos porosos que giran.

El lecho, adherido a los discos, está parcialmente cubierto por agua residual, y parcialmente libre, al aire. Al estar continuamente girando, las bacterias alternan fases dentro del agua y fuera de ella al aire. Cuando están en contacto con el agua degradan la materia orgánica, y cuando dejan de estarlo y quedan libres, en contacto con el aire, se favorece la respiración. En definitiva, gracias a la rotación se alternan los estados agua-aire, o digestión-respiración.



Figura 80. Tratamiento biológico por biodiscos

A.11. Lagunaje

El lagunaje es un tratamiento biológico en el que se almacena el agua residual durante largos periodos de tiempo y una serie de bacterias oxidan la materia orgánica.

Se considera un tratamiento blando, por su sencillez, el bajo consumo energético, bajo coste y la integración dentro del medio ambiente.

Las lagunas pueden ser de varios tipos:

- Aerobias: En las que se mantiene una concentración de oxígeno sufiente en el agua para asegurar la supervivencia de bacterias aerobias. El aporte de aire se consigue gracias a la presencia de algas, que aportan oxígeno con su propia respiración.
- Anaerobias: En la laguna no se puede mantener el suficiente nivel de oxígeno, y por tanto se vuelve una zona anaerobia. Suele ser debido a la presencia de fango, que impide la circulación de oxígeno por la laguna.
- Facultativas: Son lagunas en las que la parte baja es anaerobia, y la superficie aerobia. En el fondo se acumula fango, por lo que se impide la circulación de oxígeno y se transforma en

zona anaerobia. Por su parte, la superficie queda libre de fango, y el sobrenadante permite la circulación de oxígeno y la supervivencia de una población bacteriana aerobia.

- Aireadas: Son lagunas aerobias en las que se inyecta oxígeno para favorecer la respiración

- Maduración: Se trata de lagunas aerobias poco profundas empleadas para reducir patógenos y otros microorganismos.



Figura 81. Lagunaje

A.12. Lechos de turba

Los lechos de turba son un tratamiento biológico que se engloba dentro de los denominados tratamientos blandos. Se utilizan bacterias y otros microorganismos que se fijan en la turba para el tratamiento del agua residual.

El efecto depurador de la turba tiene lugar durante varios mecanismos, actúa como filtro reteniendo los sólidos en suspensión y las grasas que escapan del pretratamiento, absorbe los contaminantes disueltos en el agua residual y también actúa como soporte de las bacterias y microorganismos que oxidan la materia orgánica disuelta.

Consisten en un lecho formado con turba sin compactar de aproximadamente 0.5 metros de profundidad y superficie no mucho mayor de 100 o 200 metros cuadrados a través de la cual y mediante un reparto adecuado, se hace pasar el agua a tratar para posteriormente recogerla con una red de drenaje situada debajo del lecho de turba.

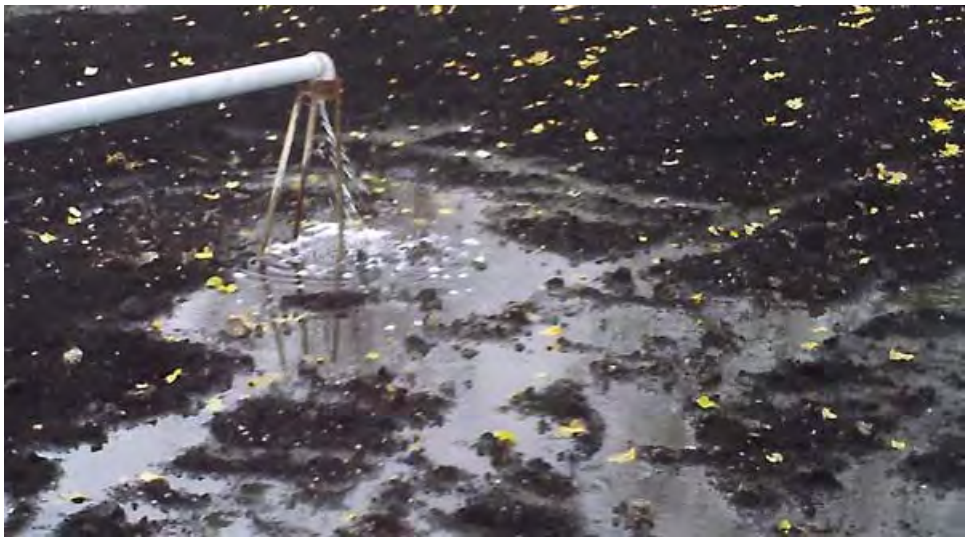


Figura 82. Lechos de turba

A.13. Humedales artificiales

Son un tipo de tratamiento biológico considerado blando. Consisten en hacer pasar el agua a tratar a través de una plantación de especies adecuadas a vivir parcialmente sumergidas.

Se elimina la materia orgánica por absorción por las raíces de los compuestos que necesitan e incluso algunos que no son biodegradables la oxidación de materia orgánica por las bacterias que se desarrollan en el medio y que reciben aire a través de las raíces de las plantas, también se desarrollan bacterias anaerobias donde no hay aporte de oxígeno.

Además también pueden emplearse en la eliminación de nitrógeno, al alternar etapas anóxicas y aireadas, y para la eliminación del fósforo, que es absorbido por la plantación.

Se suelen utilizar para aguas poco cargadas dado que las elevadas concentraciones de sólidos en suspensión colmatarían el sistema y elevadas cargas de DBO podrían no ser toleradas por las plantas del humedal y producir malos olores.



Figura 83. Humedales artificiales

A.14. Eliminación de nitrógeno por Nitrificación-Desnitrificación en el biológico

Por lo general, este proceso suele hacerse combinado con un tratamiento biológico de fangos activos, en el que se alternan etapas anóxicas con aireaciones, donde no solo se elimina la materia orgánica, si no que por el hecho de alternar etapas sin oxígeno y con él, se producen las denominadas reacciones de nitrificación-desnitrificación, que eliminan el nitrógeno.

El orden de proceso es, una balsa anóxica, una balsa aireada de fangos activos, otra balsa anóxica, y una última balsa aireada para favorecer la respiración de células.

Como intercalar cuatro balsas diferentes implica una gran disponibilidad de espacio, lo habitual suele ser utilizar una cámara circular en el que se intercalan las zonas aireadas y las anóxicas, haciendo circular el afluente de forma circular.



Figura 84. Eliminación de nitrógeno por Nitrificación-Desnitrificación en el biológico

Esta eliminación de nitrógeno no solo se hace con un proceso de fangos activos, si no que puede incluirse en procesos biológicos como biodiscos, y lechos bacterianos, si se intercalan zonas anóxicas y aireadas.

A.15. Filtración en medio granular (Arena/Antracita/-Granate)

Es un proceso en el que se eliminan sólidos y ciertos patógenos y microorganismos al hacer pasar el agua residual por un medio poroso filtrante.

El equipo consiste en un depósito cilíndrico vertical en el que está contenido el medio filtrante, que suele ser una continuación de medios arena, antracita y granate, cada cual menos poroso, de manera que la filtración se vuelve más efectiva.

El agua es inyectada por la parte superior, y va atravesando el medio filtrante por las porosidades, dejando a su paso la contaminación que se desea eliminar.



Figura 85. Filtración en medio granular (Arena/Antracita/Granate)

A.16. Adsorción sobre Carbón Activo

La adsorción sobre carbón activo es un proceso mediante el cual se hace pasar el agua residual a través de una columna porosa de carbón activo, y esta atrae hacia su superficie moléculas orgánicas, quedando adheridas o adsorbidas en su superficie.

Este método es capaz de eliminar materia orgánica, compuestos orgánicos volátiles (COV), color, olor, sabor, turbidez... en definitiva es un método que asegura una calidad excelente del agua.



Figura 86. Columnas de adsorción sobre Carbón Activo

A.17. Intercambio Iónico

El intercambio iónico es un método de eliminación de sales o iones en los que el agua residual entra en contacto con una resina.

Se hace circular la corriente residual sobre un lecho de resina, y se produce un cambio iónico en la supercicie de contacto resina-agua, quedando la resina cargada con los iones a eliminar del agua residual, mientras que la resina cede sus iones no perjudiciales al agua.

Dependiendo del tipo de ion a eliminar se utiliza una resina u otra, seleccionada entre:

- Resina catiónica de ácido fuerte.
- Resina aniónica de base fuerte.
- Resina catiónica de ácido débil.
- Resina aniónica de base débil.

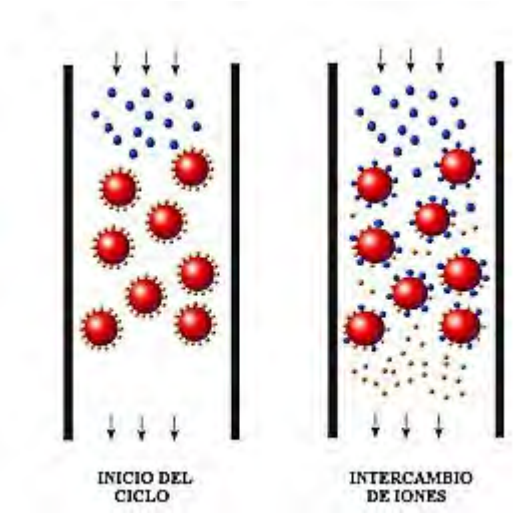


Figura 87. Fundamento del intercambio iónico con resinas

A.18. Eliminación orgánica del fósforo

Al igual que el nitrógeno, el fósforo también puede eliminarse de forma biológica, pero con una ligera diferencia. Para eliminar nitrógeno se alternaban zonas aerobias-anóxicas, es decir con aire - sin oxígeno mientras que para eliminar el fósforo se deben alternar zonas aerobias-anaerobias, es decir sin aire - con aire.

El método de aplicación es el mismo, y se suelen utilizar cámaras circulares en las que se hace pasar el agua residual por zonas aerobias-anaerobias de forma circular. (Figura 84).

A.19. Desinfección por cloración

Este método pretende desinfectar el efluente con la adición de cloro en forma Cl_2. Para ello se hace pasar el agua residual por una arqueta en la que se dosifica dicho compuesto.

Este método de desinfección oxida fácilmente el hierro, y elimina el amonio transformándolo en cloraminas, reduce el olor color y sabor y además proporciona un desinfectante residual en el sistema de abastecimiento.

Como desventaja, puede provocar problemas de olor y sabor, y es un método poco efectivo con pH elevado.



Figura 88. Arqueta para la desinfección por cloración

A.20. Desinfección por dióxido de cloro

Este método pretende desinfectar el efluente con la adición de cloro en forma ClO_2. Para ello se hace pasar el agua residual por una arqueta en la que se dosifica dicho compuesto.

Este método de desinfección oxida fácilmente el hierro, manganeso y sulfuros y elimina virus con mucha facilidad y además proporciona un desinfectante residual en el sistema de abastecimiento.

Como desventaja, no reacciona con el amonio y no lo elimina, y además forma subproductos como clorito y cloratos.

A.21. Desinfección por cloraminas

Este método pretende desinfectar el efluente con la adición de cloro en forma NH_2Cl, $NHCl_»2$ y NCl_3. Para ello se hace pasar el agua residual por una arqueta en la que se dosifica dicho compuesto.

Este método de desinfección es más estable que el cloro y el ClO_2, pero presenta menor poder de desinfección.

A.22. Desinfección por ozono (O_3)

Este método pretende desinfectar el efluente con la adición de ozono O_3. Para ello se hace pasar el agua residual por una arqueta en la que se dosifica dicho compuesto.

Este método de desinfección es muy efectivo oxidando hierro, manganeso y sulfuros. Además puede considerarse el más efectivo en la inactivación de virus. Elimina problemas de olor, color y sabor, no forma compuestos halogenados y no se ve afectado por el pH.

Como desventaja, es un sistema que requiere mucha energía para generar el ozono, y por tanto equipos costosos. Además es una sustancia tóxica que debe manejarse con precaución, y no deja residual en la red.

A.23. Desinfección por radiación ultravioleta

Este método pretende hacer una labor desinfectante mediante la aplicación de radiación UV a capas finas de agua.

Es un método muy efectivo en la desactivación de virus, y se utiliza para generar un agua de gran calidad, sin embargo no produce residual, y se debe aplicar a capas muy finas de agua muy limpia, lo que lo hace extremadamente lento.



Figura 89. Desinfección por radiación ultravioleta

A.24. Espesamiento de lodos por gravedad

La finalidad de esta etapa es reducir lo máximo posible la humedad de los lodos primarios de depuración, y adecuarlos para su posterior digestión o estabilización.

Debido a la densidad de estos fangos, pueden espesar por acción de su propio peso, compactándose en el fondo de un decantador, mientras que el agua aparece en la superficie como sobrenadante, se lleva a la cabecera de planta y se vuelve a depurar. El lodo se extrae por la parte inferior del decantador y se lleva a digestión.

Geométricamente el espesador es un decantador sin agitación, en el que los lodos decantan por su propio peso.



Figura 90. Espesamiento de lodos por gravedad

A.25. Espesamiento de lodos por flotación

La finalidad de esta etapa es reducir lo máximo posible la humedad de los lodos biológicos de depuración, y adecuarlos para su posterior digestión o estabilización.

Debido a la densidad de estos fangos, no pueden espesar por acción de su propio peso, por lo que con ayuda de unos soplantes se arrastra el fango hacia la superficie y se elimina como sobrenadante, mientras que el agua se extrae por la parte inferior, se lleva a la cabecera de planta y se vuelve a depurar.

Geométricamente el espesador es como un decantador pero con un sistema de flotación para arrastrar los lodos, libres de humedad a la superficie.



Figura 91. Espesamiento de lodos por flotacion

A.26. Estabilización química de lodos

En este caso, para estabilizar los lodos después de su espesado y poder ser retirados con seguridad, se decide estabilizarlos añadiendo compuestos químicos como cal $CaCO_3$. Esto ayuda a eliminar microorganismos, patógenos y demás sustancias nocivas que pueden ser peligrosas para la salud.



Figura 92. Estabilización química de lodos por adición de producos químicos

A.27. Digestión aerobia de lodos

En este caso, los lodos se estabilizan por digestión aerobia, es decir, en presencia de aire.

El mecanismo es exactamente el mismo que el de fangos activos, pero en este caso sin recirculación.



Figura 93. Digestión aerobia de lodos

A.28. Digestión anaerobia de lodos

En este caso, los lodos se estabilizan por digestión anaerobia, es decir, en ausencia de aire.

El proceso de digestión se lleva a cabo por bacterias anaerobias, en reactores totalmente cerrados, en los que se destruye toda la materia orgánica de los lodos y se transforma en biogás.

Puede obtenerse más información sobre la digestión anaerobia en Capítulo 7.



Figura 94. Digestión anaerobia de lodos

A.29. Filtros de bandas

Este método se utiliza en la deshidratación de lodos. Se basa en la filtración a traves de una tela filtrante movil, que envuleve al lodo mientras es prensado pasando por unos rodillos, de manera que la tela absorbe la humedad y queda el lodo deshidratado.



Figura 95. Filtros de bandas

A.30. Filtros prensa

Este método utilizado en la deshidratación de lodos, consiste en la aplicación de presión al lodo, comprimiendolo entre unas placas cuadradas de tela filtrante.



Figura 96. Filtros de bandas

A.31. Centrífugas

Este método de deshidratación de lodos consiste en hacer girar el lodo a gran velocidad dentro de un depósito, por efecto del giro, el agua del lodo es expulsada al exterior, quedando el lodo deshidratado.

A.32. Eras de secado

Es el método más sencillo y rudimentario para la deshidratación de lodos, consiste en la disposición del lodo sobre un terreno expuesto al ambiente para que se deshidrate por si mismo.



Figura 97. Eras de secado

Apéndice B

Anexo 2: Dimensionado de los elementos de depuración

B.1. Caudales para diseño

El método de diseño de los caudales es el siguiente:

1. Se han de tomar datos sobre el caudal de aguas residuales que se generan. El número ha de ser suficiente para asegurar una buena simulación. En este caso se ahn tomado muestras durante una semana, cada hora del día.
2. Se organizan los datos y se calcula el caudal acumulado para cada día.
3. Se identifica el caudal máximo Q_{max} de entre todos los datos tomados.
4. Se calcula el caudal medio de todos los datos tomados Q_{med}.
5. Se establece el coeficiente de punta (Para usos industriales $C_p = 2$), con el que se calculará el caudal punta.
6. Se calcula el caudal punta como $Q_{punta} = C_p \cdot Q_{med}$
7. Se establece un coeficiente de sobredimensionamiento C_s, para asegurar que la estación será capaz de responder a picos de caudal.
8. Se calcula el caudal de diseño como $Q_{diseo} = C_s \cdot Q_{med}$
9. Se calcula el caudal punta de diseño como $Q_{pdiseo} = C_s \cdot Q_p$
10. La solución es válida si $Q_{pdiseo} > Q_{max}$

LUNES			MARTES			MIERCOLES		
Hora	Q [m3/h]	Q acum	Hora	Q [m3/h]	Q acum	Hora	Q [m3/h]	Q acum
1:00	0	0	1:00	0	0	1:00	0	0
2:00	0	0	2:00	0	0	2:00	0	0
3:00	0	0	3:00	0	0	3:00	0	0
4:00	0	0	4:00	0	0	4:00	0	0
5:00	0	0	5:00	0	0	5:00	0	0
6:00	63	63	6:00	66	66	6:00	65	65
7:00	70	133	7:00	69	135	7:00	69	134
8:00	77	210	8:00	80	215	8:00	77	211
9:00	84	294	9:00	82	297	9:00	85	296
10:00	91	385	10:00	89	386	10:00	90	386
11:00	77	462	11:00	77	463	11:00	75	461
12:00	91	553	12:00	92	555	12:00	95	556
13:00	70	623	13:00	70	625	13:00	72	628
14:00	49	672	14:00	47	672	14:00	49	677
15:00	42	714	15:00	43	715	15:00	43	720
16:00	49	763	16:00	49	764	16:00	48	768
17:00	35	798	17:00	33	797	17:00	36	804
18:00	42	840	18:00	41	838	18:00	42	846
19:00	28	868	19:00	27	865	19:00	29	875
20:00	28	896	20:00	28	893	20:00	28	903
21:00	28	924	21:00	28	921	21:00	25	928
22:00	11,2	935,2	22:00	10	931	22:00	11	939
23:00	1,4	936,6	23:00	1,5	932,5	23:00	1,1	940,1
0:00		936,6	0:00		932,5	0:00		940,1

JUEVES			VIERNES			MEDIA		
Hora	Q [m3/h]	Q acum	Hora	Q [m3/h]	Q acum	Hora	Q [m3/h]	Q acum
1:00	0	0	1:00	0	0	1:00	0	0
2:00	0	0	2:00	0	0	2:00	0	0
3:00	0	0	3:00	0	0	3:00	0	0
4:00	0	0	4:00	0	0	4:00	0	0
5:00	0	0	5:00	0	0	5:00	0	0
6:00	68	68	6:00	65	65	6:00	66,2609582	4,07685788
7:00	72	140	7:00	73	138	7:00	106,665602	6,36715144
8:00	77	217	8:00	81	219	8:00	144,747036	8,52442973
9:00	89	306	9:00	89	308	9:00	186,24179	10,7296034
10:00	91	397	10:00	95	403	10:00	222,167918	12,9097629
11:00	77	474	11:00	81	484	11:00	231,900558	14,8165349
12:00	98	572	12:00	96	580	12:00	281,177745	16,9703581
13:00	73	645	13:00	73	653	13:00	269,609845	18,7492664
14:00	51	696	14:00	51	704	14:00	244,390778	20,2070945
15:00	48	744	15:00	44	748	15:00	243,481597	21,5927841
16:00	52	796	16:00	52	800	16:00	266,318438	23,065089
17:00	41	837	17:00	37	837	17:00	244,036072	24,3490246
18:00	43	880	18:00	44	881	18:00	262,935988	25,6977605
19:00	31	911	19:00	30	911	19:00	232,791525	26,8553223
20:00	28	939	20:00	30	941	20:00	232,44007	27,9880848
21:00	26	965	21:00	29	970	21:00	231,464943	29,0956985
22:00	13	978	22:00	6	976	22:00	147,934338	29,9262905
23:00	3	981	23:00	1,1	977,1	23:00	78,6798992	30,6309384
0:00		981	0:00		977,1	0:00	0	#¡NUM!

Q diario medio [m3/dia]	953,228489
Q medio 16 horas [m3/h]	59,5767805
Cp	2
Q punta [m3/h]	119,153561
Q punta diario [m3/dia]	1906,45698

Q diario medio [m3/dia]	954
Sobredimensionamiento	1,25
Q diseño [m3/h]	**74,5**
Q punta de diseño [m3/h]	**120**

B.2. Contaminación para diseño

Para calcular los valores de contaminación de diseño, se han de tomar muestras de agua y analizar la contaminación de estas.

Una vez analizadas dichas muestras se dispondrá en una tabla, para cada tipo de contaminación, el valor máximo X_{max}, el mínimo X_{min} y el valor medio X_{med}.

Una vez obtenidos los datos se procede de la siguiente manera:

1. Con el coeficiente de punta de caudal C_p (Para usos industriales $C_p = 2$) se calcula la contaminación de diseño $X_{diseo} = C_p \cdot X_{med}$
2. Se valida la solución si $X_{diseo} > X_{max}$

Contaminación

	Maximo	Mínimo	Medio	Diseño
DQO [mg/l]	1815,7	1255	1509,54	**3019,08**
DBO [mg/l]	1357,74	993,45	1161,40	**2322,80**
SST [mg/l]	653,33	443,67	538,39	**1076,78**
SSV [mg/l]	604,67	382,33	480,82	**961,63**
AG [mg/l]	302,3	87,9	163,01	**326,02**
NTK [mg/l]	123,2	102,71	112,49	**224,98**
P [mg/l]	17,22	6,48	10,56	**21,13**
pH	6,48	6,3	6,39	

B.3. Dimensionado de Desbaste

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

El desbaste una etapa situada al comienzo de cualquier EDAR, y es la encargada de eliminar sólidos gruesos y flotantes haciéndolos atravesar una superficie con rejas.

Los sólidos de tamaño mayor que la *luz entre rejas* quedan separados del resto del afluente, por lo que no continúan en el proceso de depuración y pueden ser eliminados.

El desbaste, por lo general, se divide en desbaste grueso, medio o fino, y depende de la separación entre rejas o barrotes.

- Desbaste grueso: La luz entre rejas se propone mayor de 5cm. Todo sólido con tamaño mayor de 5 cm quedará retenido en esta etapa y será retirado.
- Desbaste medio: En este caso las rejas se hallan separadas entre 10 y 25 mm, y es capaz de retener sólidos de menor tamaño.
- Desbaste fino: Es aquel en el que la luz entre barrotes es menor de 10 mm, normalmente de 5mm o 3 mm, y puede retener sólidos mucho más finos y de menor tamaño que el resto de desbastes.

DESBASTE (Reja de finos)

Grados de libertad

Q diseño [m3/h]	74,5
Q punta [m3/h]	120
V de paso con rejas sucias [m/s]	0,9
N lineas	2
Anchura de barrotes [mm]	3
Luz entre barrotes [mm]	3
Inclinación de los barrotes [º]	60
Grado de colmatación [%]	30
Relación profundidad/anchura canal	1
m3 de residuo por 1000 m3 de agua residual	0,09

Resultados de cálculo

Q por linea [m3/h]	37,25
Q max por linea [m3/h]	60
Sup util del canal [m2]	0,02844748
V de paso entre barrotes Q de diseño con reja limpia [m/s]	0,63
V de paso Q max entre barrotes con reja limpia [m/s]	1,0147651
V de paso a Q max con reja sucia [m/s]	1,44966443
V de aproximación a caudal de diseño [m/s]	0,36373067
Anchura del canal [m]	0,16866382
Profundidad util del canal [m]	0,16866382
Profundidad total del canal[m]	0,16866382
Producción de residuos [m3/dia]	0,16092

B.4. Dimensionado de Tamizado

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

El tamizado es una operación similar al desbaste, pero de mayor precisión. En este caso el afluente se hace pasar, en vez de por unas rejas, por una malla, con luz de malla más pequeña que el desbaste, variando desde 5mm hasta los 0.2 mm.

Gracias a ello es capaz de retener sólidos de menor tamaño.

TAMIZADO (Estático)

Grados de libertad

Q de diseño [m3/h]	74,5
Q punta [m3/h]	120
N lineas paralelo	2
SST [mg/l]	1076,77838
Rendimiento SS [%]	11
Luz del tamiz [mm]	1,5

Resultados de cálculo

Q diseño por linea [m3/h]	37,25
Q punta por linea [m3/h]	60
Carga hidraulica máxima a caudal de diseño [m3/m.h]	122,022808
Anchura util del tamiz filtrante [m]	1,02047741
Superficie en planta ocupada por el tamiz [m2]	1,73481159
Peso aproximado del tamiz en vacio [kg]	283,571611
Producción de fangos en tamices [kg/dia]	211,780772
Carga hidraulica a caudal de diseño [m3/m.h]	36,502523

B.5. Dimensionado de Desengrasado

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

Desengrasado es la etapa encargada de eliminar grasa y aceites. Las grasas y aceites son compuestos, normalmente con una densidad mucho menor que la del agua, que flotan y se encuentran en la superficie en forma de espumas o balsas de grasa.

Para eliminarlas se cuenta con sistemas de desengrasado por flotación, en el que se inyecta una corriente de aire ascendente al agua contenida dentro de un tanque. Las burbujas de aire son capaz de arrastrar hacia la superficie las partículas de grasa (ya que su densidad es muy baja) y una vez en superficie se eliminan mediante un barrido.

DESENGRASADO (Flotación)

Grados de libertad

Qdiseño [m3/h]	74,5
Qpunta [m3/h]	120
AG [ppm]	326,019447
Rendimiento adoptado [%]	75
AG eliminada	244,514585
AG que persisten	81,5048618
V descensional máxima [m/h]	10
Tiempo de retencion TR [min]	30
N lineas	2

Resultados de cálculo

Volumen necesario [m3]	60
Superficie necesaria [m2]	12
Superficie necesaria /linea [m2]	6
Ancho unitario [m]	2
Longitud unitaria [m]	3
Superficie real a construir/ linea [m2]	6
V ascensional real [m/h]	10
Volumen unitario a construir [m3]	30
Altura unitaria a construir [m]	5

Suministro de aire [m3/h/m2]	8
Q aire necesario en cada linea [m3/h]	48

B.6. Dimensionado de Balsa de Homogeneización

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

La balsa de homogeneización, como su propio nombre indica, no es más que una gran balsa en la que se va almacenando el agua residual, principalmente por dos razones:

- Homogeneizar el caudal: Si el agua residual no llega con un caudal constante, si no que es muy intermitente, la balsa de homogeneización ayuda a recoger todos los picos de caudal, y mantiene a la salida de esta un caudal constante para que la planta opere con mayor eficacia, siempre al mismo caudal, y evitar así problemas de sobrellegada de agua residual.
- Homogeneización de la contaminación: Al estar el agua residual almacenada y mezclada, si llega con picos de caudal también lo hará con picos e contaminación inesperados, que la EDAR no será capaz de asumir, por ello en la balsa, con la mezcla de aguas e consigue obtener una contaminación constante y uniforme.

HOMOGENEIZACIÓN

Grados de libertad	
Caudal de 0 a 1	0
Caudal de 1 a 2	0
Caudal de 2 a 3	0
Caudal de 3 a 4	0
Caudal de 4 a 5	0
Caudal de 5 a 6	130,759731
Caudal de 6 a 7	141,162815
Caudal de 7 a 8	156,761508
Caudal de 8 a 9	171,509591
Caudal de 9 a 10	182,355042
Caudal de 10 a 11	154,75108
Caudal de 11 a 12	188,729601
Caudal de 12 a 13	143,17423
Caudal de 13 a 14	98,7543125
Caudal de 14 a 15	87,9034699
Caudal de 15 a 16	99,9442959
Caudal de 16 a 17	72,611266
Caudal de 17 a 18	84,7755683
Caudal de 18 a 19	57,9309358
Caudal de 19 a 20	56,778076
Caudal de 20 a 21	54,3194644
Caudal de 21 a 22	19,8413427
Caudal de 22 a 23	3,00230756
Caudal de 23 a 0	0
Volumen mínimo en balsa [m3]	10
Numero de linead	1
Profundidad util [m]	6
Relación longitud/anchura	1
Potencia específica de mezcla [W/m3]	5
Aporte específico de aire para evitar septicidad	0,7

Grados de libertad	
Caudal medio Efluente	79,3776932
Volumen acumulado cuando Qent>Qmed	51,3820376
Volumen acumulado a la hora siguiente	51,3820376
Volumen acumulado a la hora siguiente	51,3820376
Volumen acumulado a la hora siguiente	51,3820376
Volumen acumulado a la hora siguiente	51,3820376
Volumen acumulado a la hora siguiente	102,764075
Volumen acumulado a la hora siguiente	164,549197
Volumen acumulado a la hora siguiente	241,933012
Volumen acumulado a la hora siguiente	334,06491
Volumen acumulado a la hora siguiente	437,042259

Volumen acumulado a la hora siguiente	512,415645
Volumen acumulado a la hora siguiente	621,767553
Volumen acumulado a la hora siguiente	685,56409
Volumen acumulado a la hora siguiente	704,940709
Volumen acumulado a la hora siguiente	713,466486
Volumen acumulado a la hora siguiente	734,033088
Volumen acumulado a la hora siguiente	727,266661
Volumen acumulado a la hora siguiente	732,664536
Volumen acumulado a la hora siguiente	711,217779
Volumen acumulado a la hora siguiente	688,618162
Volumen acumulado a la hora siguiente	663,559933
Volumen acumulado a la hora siguiente	604,023582
Volumen acumulado a la hora siguiente	527,648197
Volumen acumulado a la hora siguiente	448,270504
Volumen de las balsas de regulación [m3]	744,033088
Potencia de mezcla de las balsas [CV]	5,05457261
Caudal necesario de aire pàra evitar septicidad	520,823162
Volumen unitario util [m3]	744,033088
Longitud de balsa [m]	11,1357763
Anchura de balsa [m]	11,1357763

B.7. Dimensionado de Decantador Primario

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

La decantación es un método de eliminación de sólidos en suspensión que por su propio peso sedimentan hacia el fondo. En el decantador primario se elimina la contaminación procedente de los SS o del sistema de CFD.

Consisten en un gran depósito, circular o rectangular, en el que el agua se almacena para que su contaminación sedimentable vaya decantando al fondo. Por lo general en el fondo se encuentran todos los SS que han podido eliminarse, y en superficie trazas de espuma o grasas, que se eliminan fácilmente con un barrido en superficie o con un rebosadero.

DECANTACIÓN PRIMARIA

1. DIMENSIONADO

Grados de libertad

Caudal de diseño [m3/h]	74,5
Caudal máximo [m3/h]	74,5
Velocidad ascensional a caudal de diseño [m/h]	1,3
Tiempo de residencia [h]	2,5
Numero de lineas	2
Distancia desde vertedero a pared de la cuba	0,5

Resultados de cálculo

CILINDRICO

Caudal por linea [m3/h]	37,25
Caudal máximo por linea [m3/h]	37,25
Superficie [m2]	28,6538462
Diametro interno [m]	6,04013328
Volumen útil [m3]	93,125
Profundidad útil [m]	3,25
Velocidad ascensional a caudal máximo [m/h]	1,3
Tioempo medio de residencia a caudal máximo [h]	2,5
Longitus del vertedero por decantador [m]	15,8340457
Carga máxima sobre el vertedero [m/h]	2,35252574

2. FANGOS PRIMARIOS

Grados de libertad

Rendimiento eliminación de SS [%]	60
Rendimiento eliminación de DBO [%]	33
SS a la entrada [mg/l]	861,422706
DBO a la entrada [mg/l]	1974,37769
Concentración del fango primario [kg/m3]	15

Resultados de cálculo

Resultados de calculo

Producción diaria de fangos primarios [kg/dia]	924,134279
Prodcción media de fangos primarios [kg/h]	38,5055949
Caudal medio de fangos primarios [m3/h]	2,56703966
SST a la salida [mg/l]	344,569082
DBO a la salida [mg/l]	1322,83305

B.8. Dimensionado de Tratamiento biológico Fangos Activos

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

Se trata de un proceso biológico aerobio, es decir, se realiza en presencia de aire. Podría decirse que es el sistema más habitual y más utilizado en depuración, por ser tremendamente sencillo y presentar una alta eficacia.

El método de los fangos activos busca flocular la materia orgánica disuelta dentro de agua residual, por acción de bacterias y microorganismos. Para ello se pone en contacto el agua residual con las bacterias y microorganismos dentro de un tanque denominado tanque de aireación, en el que se inyecta aire para favorecer la respiración de las bacterias. Los microorganismos, en suspensión dentro del agua residual, transforman la materia orgánica biodegradable en nuevas células y subproductos que floculan y pueden eliminarse por decantación. Por lo general se elimina la materia orgánica, aunque las bacterias también son capaces de captar, en mucha menor medida, ciertos componentes inorgánicos y nutrientes como nitrógeno y fósforo.

Constructivamente, el sistema de fangos activos o lodos activados esta constituido por una balsa de aireación, en la que se produce la digestión por parte de las bacterias, y un tanque de sedimentación, donde decantan la materia orgánica digerida y floculada, y los microorganismos encargados de la digestión.

Se hace necesario recircular parte de los fangos obtenidos, ya que estos contienen los microorganismos encargados de la digestión, y se ha de mantener unos niveles constantes de población en el tanque de aireación.

Las características fundamentales de los tratamientos por fangos activos se muestran a continuacion:

FANGOS ACTIVOS	Alta Carga	Convencional / Carga media	Aireación prolongada / Carga baja
Color de los Fangos	Gris marrón	marrón	chocolate
Rendimiento (DBO eliminado)	80	90	96
Carga másica [kg DBO_5/kg SSLM/día]	>1 (0.4-1.6)	0.2-0.4 (0.1-1.0)	<0.1(0.03-0.12)
Carga volúmica [kg DBO_5/m^3 /día]	>3 (1.6-16)	0.32-0.64 (0.3-3.0)	<0.2 (0.16-0.4)
Tiempo de permanencia media [h]	<4 (0.5-4)	>4 (4-8)	>12 (18-36)
Fangos en exceso [kg SSLM/kg DBO_5/día]	1.2	0.9-1	<0.6
Edad de los fangos [días]	1-5	5-15	>15 (20-30)
Recirculación [%]	Hasta 100	Hasta 100	75-500
Indice de Mohlmann	120-250	90-160	50-100
SSLM [mg/L]	1000-2000	2000-3000	>4000 (3000-6000)
Carga volúmica/SSLM [%]	75	70-75	55-65
Respiración endógena	10	3-10	<3
Contenido en N total por gramo de lodo [mg/g]	80	70	50

Figura 98. Características fundamentales de los tratamientos por fangos activos. *Fuente: Apuntes de la asignatura*

FANGOS ACTIVOS

1. DIMENSIONADO DE BALSAS

Grados de libertad

Q diseño [m3/h]	74,5
Q maximo [m3/h]	74,5
N lineas	3
SST a al salida del biologico [mg/l]	30
DBO a la salida del biologico [mg/]	25
SST a la entrada [mg/l]	344,569082
DBO a la entrada [mg/l]	1322,83305
SS en balsa (SSLM) [mg/l]	4000
Carga másica [kg DBO/ kg SSLM/dia]	0,05
Profundiad util [m]	6
Relación longitud anchura de la balsa	1
Concentración SS en la reciruclación [mg/l]	8000

Resultados de cálculo

Rendimiento esperado de SS [%]	91,2934731
Rendimiento esperado de DBO [%]	98,1101168
BAJA CARGA (AIREACIÓN PROLONGADA)	

Kilos de DBO alimentados por dia al biologico [kg DBO/dia]	2365,2255
kilos de SSLM en balsa de fangos activos	47304,5099
Volumen total de balsa [m3]	11826,1275
Volumen unitario util por balsa [m3]	3942,04249
Superficie unitaria de cada balsa [m2]	657,007082
Anchura util de balsa [m]	25,6321494
Longitud util de balsa [m]	25,6321494
Tiempo de retención hidraulico a Q diseño [h]	52,9133221
Carga volumetrica a Q diseño [kg DBO/m3/dia]	0,2
Caudal teórico de recirculación [m3/h]	74,5
Caudal de recirculación recomendado [m3/h]	74,5
Producción de fangos en exceso [kg/día]	1004,14114
Caudal de fangos en exceso a purgar de la recirculación [m3/h]	5,22990176
Caudal de fangos en exceso a purgar del licor mixto [m3/h]	10,4598035
Edad del fango (Tiempo de retención celular) [días]	44,7205081

2. NECESIDADES DE OXÍGENO

Grados de libertad

Concentración de nitrogeno amoniacal en el influyente [mg/l]	52,26
Temperatura del licor mixto [ºC]	20
Coeficiente de síntesis celular	0,53
Coeficiente de respiración celular	0,113
Rendimiento de la nitrificación [%]	20
Coeficiente de puntas de caudal y contaminación	2
Concentración de saturación de O2 a la temperatura de licor mixto [mg/l]	9,17
Coeficiente de impurezas	0,95
Coeficiente de oxígeno a mantener en el licor mixto [mg/l]	2
Coeficiente de temperatura	1,025
Presión atmosférica ala altitud de la depuradora [mmHg]	716
Coeficiente de intercambio de oxígeno en el licor mixto (Turbina)	0,9
Coeficiente de intercambio de oxígeno en el licor mixto Difusores)	0,6

Resultados de cálculo

Oxígeno teórico medio requerido [kg/dia]	6655,64729
Oixígeno teórico requerido para síntesis celular [kg/h]	51,2449381
Oxígeno teórico medio requerido para respiración celular [kg/h]	222,725401
Oxígeno teórico requerido para nitrificación [kg/h]	3,3482982
Oxígeno teórico requerido en condiciones punta [kg/h]	331,911873
Oxígeno real requerido en condiciones medias de operación (turbinas) [kg/dia]	10925,0865
Oxígeno real requerido en condiciones puntas de operación (turbinas) [kg/h]	544,825435
Oxígeno real requerido en condiciones medias de operación (difusores) [kg/dia]	16387,6298
Oxígeno real requerido en condiciones puntas de operación (difusores) [kg/h]	544,825435

3. FANGOS SECUNDARIOS

Resultados de cálculo

Q teorico de recirculación [m3/h]	74,5
Q recirculacion recomendado [m3/h]	74,5
Produccion de fangos en exceso [kg/dia]	1004,14114
Q fangos en exceso a purgar de la recirculacion [m3/h]	5,22990176
Q fangos en exceso a purgar del licor mixto [m3/h]	10,4598035
Edad del fango [días]	44,7205081

B.9. Dimensionado de Nitrificación-Desnitrificación en Fangos Activos

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

Por lo general, este proceso suele hacerse combinado con un tratamiento biológico de fangos activos, en el que se alternan etapas anóxicas con aireaciones, donde no solo se elimina la materia orgánica, si no que por el hecho de alternar etapas sin oxígeno y con él, se producen las denominadas reacciones de nitrificación-desnitrificación, que eliminan el nitrógeno.

El orden de proceso es, una balsa anóxica, una balsa aireada de fangos activos, otra balsa anóxica, y una última balsa aireada para favorecer la respiración de células.

Como intercalar cuatro balsas diferentes implica una gran disponibilidad de espacio, lo habitual suele ser utilizar una cámara circular en el que se intercalan las zonas aireadas y las anóxicas, haciendo circular el afluente de forma circular.

NITRIFICACION-DESNITRIFICACION

1. BALSA DE NITRIFICACIÓN

Grados de libertad

Caudal de diseño [m3/h]	74,5
Numero de lineas	2
NTK a la entrada [mg/l]	224,978861
NTK a la salida [mg/l]	3,5
DBO a la entrada [mg/l]	1322,83305
SSLM en balsa [mg/l]	4000
Concentración de SS en la recirculacion [mg/l]	8000
Profundiad util [m]	6
Relación Longitud/anchura de la balsa	3
Temperatura de diseño del licor mixto [ºC]	23,59
Concentración de oxígeno a mantener en el licor mixto [mg/l]	2,2
pH de diseño	7
Coeficiente de producción máxima de bacterias [kg SSLM/kg DBO]	0,65
Coeficiente de descomposición celular [kg/kg-d]	0,05

Resultados de cálculo

Rendimiento de eliminación del NTK [%]	98,4442983
Kilos de NTK alimentados por día al biológico	402,262203
Kilos de DBO alimentados por día al biológico	2365,22549
Coeficiente de producción de nitrosomas [kg/kg-d]	0,34047929
Tiempo de residencia celular mínimo (Edad del fango) [d]	2,93703622
Tiempo de residencia celular de diseño [Edad del fango] [d]	8,81110866
Relación de alimento/microorganismos [(kg DBO/d)/kgSSLM]	0,25152784
NTK influente descontando el que se incorpora al fango [mg/l]	183,670903
DBO soluble en el efluente [mg/l]	13,746
Volumen total util de balsa de nitrificación [m3]	2908,0375
Volumen unitario util de cada balsa [m3]	1454,01875
Superficie unitaria de cada balsa [m2]	242,336458
Anchura de cada balsa [m]	8,98770378
Longitud de cada balsa [m]	26,9631114
Tiempo de retneción hidraulico a caudal de diseño [h]	39,0340603
Carga volumétrica a caudal de diseño [kg DBO/m3-d]	0,81334078
Caudal teórico de recirculacióm [m3/h]	74,5
Caudal de recirculación recomendado [m3/h]	74,5
Producción de fangos en exceso [kg/d de SS a purgar]	1286,64371
Caudal de fango en exceso a purgar de la recirculación [m3/h]	6,70126934
Caudal de fango en exceso a purgar del licor mixto [m3/h]	13,4025387
Kg de SSLM en balsas de nitrificación	11632,15
Relación de alimento/microorganismos [(kg DBO/d)/kgSSLM]	0,2033352

Relación de alimento/microorganismos [(kg NTK/d)/kgSSLM]	0,03458193

2. NECESIDAD OXIGENO NITRIFICACION

Grados de libertad

Coeficiente de síntesis celular	0,59841543
Coeficiente de respiración celular	0,09091219
Coeficiente de puntas de caudal y contaminación	2
Concentración de saturación de O2 a la temp de licor mixto [mg/l]	9
Coeficiente de impurezas	0,95
Coeficiente de temperatura	1,03
Presión atmosférica a la altura de la depuradora [mmHg]	760
Coeficiente de intercambio entre LM y agua pura (TURBINAS)	0,9
Coeficiente de intercambio entre LM y agua pura (DIFUSORES)	0,65

Resultados de cálculo

Oxígeno teorico requerido para síntesis celular [kg/h]	58,0760214
Oxígeno teorico requerido para respiración celular [kg/h]	44,0626752
Oxígeno teorico requerido para nitrificación [kg/h]	57,7177487
Oxígeno teórico medio requerido [kg/dia]	3836,55469
Oxígeno teórico punta requerido	275,650215
Oxígeno real requerido en condiciones medias [kg/dia] (TURBINAS)	5536162,86
Oxígeno real requerido en condiciones punta [kg/dia] (TURBINAS)	397764,299
Oxígeno real requerido en condiciones medias [kg/dia] (DIFUSORES)	7665456,27
Oxígeno real requerido en condiciones punta [kg/dia] (DIFUSORES)	550750,567

3. EQUIPOS AIREACION NITRIFICACION

Grados de libertad

Capacidad específica de oxigenacion de turbinas [KgO2/kWh]	1,9
Rendimiento del moto-reductor de la turbina [%]	90
Rendimiento del moto-reductor del soplante [%]	85
Numero de turbinas	8
Coeficiente de transferencia para difusores [%/100]	0,38

Resultados de cálculo

Potencia requerida de las turbinas [CV]	316047,148
Potencia unitaria mínima requerida por turbina [CV]	39505,8935
Potencia mínima de agitación necesaria TURBINAS [W/m3]	18,0809293
Potencia de agitaciín instalada TURBINAS [W/m3]	79988,8933
Caudal punta de aire con difusores [Nm3/h]	5025881,48
Potencia total requerida por los soplantes [CV]	252587,942

4. BALSA ANOXICA PREVIA

Grados de libertad

Caudal de diseño [m3/h]	74,5
Numero de lineas	2
Concentracion de NO3-N en la salida [mg/l]	2,5
Concentración de SS en entrada del biológico con agua a tratar [mg/l]	344,569082
Porcentaje de recirculación del LM [%]	400
Profundiad util [m]	6
Relación longitud/anchura de la balsa	3
Coeficiente de producción máxima de bacterias [kg SSLM/kg NO3-N]	0,8
Coeficiente de descomposicion celular [kg/kg-d]	0,04
Concentración de NO3-N en entrada al biológico con agua a tratar [mg/l]	15

Resultados de cálculo

Kilos de NO3-N alimentados por día a la balsa anóxica previa	296,651405
Concentración de NO3-N en entrada de balsa anóxica previa [mg/l]	165,912419
Coeficiente de producción de pseudomonas y otros [kg/kg-d]	0,02821087
Tiempo de residencia celular mínimo (Edad del fango) [dias]	35,4473237
Tiempo de residencia celular diseño (Edad del fango) [dias]	70,8946475
Relación alimento/microorganismos (Método americano)	0,0676318
Volumen total util de balsas anóxicas previas [m3]	1350,05565
Volumen unitario util de cada balsa [m3]	675,027825
Superficie unitaria util de cada balsa [m3]	112,504638
Anchura de cada balsa [m]	0
Longitud de cada balsa [m]	#¡DIV/0!
Tiempo de retención hidraulico a caudal de diseño [h]	18,1215524
Carga volumétrica a caudal de diseño [kg NO3-N/m3-d]	0,21973272
Kg de SSLM en balsas anóxicas previas	5400,2226
Relación alimento/microorganismos (kg NO3-N/d/kg SSLM])	0,05493318
Rendimiento de eliminación de NO3-N en balsa anóxica previa	74,0456993

5. BALSA ANOXICA POSTERIOR

Grados de libertad

Caudal de diseño [m3/h]	74,5
Numero de lineas	2
Concentracion NO3-N en salida [mg/l]	1
Profundidad util [m]	6
Relación longitud/anchura [m]	3
Coeficiente de producción máxima de bacterias [kg SSLM/kg NO3-N]	0,8
Coeficiente de descomposicion celular [kg/kg-d]	0,04

Resultados de cálculo

Kilos de NO3-N alimentados por día a la balsa anóxica posterior	59,537689
Concentración de NO3-N en entrada de balsa anóxica post [mg/l]	33,2984838
Coeficiente de producción de pseudomonas y otros [kg/kg-d]	0,01370148
Tiempo de residencia celular mínimo (Edad del fango) [dias]	72,9848258
Tiempo de residencia celular diseño (Edad del fango) [dias]	145,969652
Relación alimento/microorganismos (Método americano)	0,05856342
Volumen total util de balsas anóxicas posteriores [m3]	308,157833
Volumen unitario util de cada balsa [m3]	154,078917
Superficie unitaria util de cada balsa [m3]	25,6798194
Anchura de cada balsa [m]	2,92573748
Longitud de cada balsa [m]	8,77721245
Tiempo de retención hidraulico a caudal de diseño [h]	4,13634676
Carga volumétrica a caudal de diseño [kg NO3-N/m3-d]	0,19320518
Kg de SSLM en balsas anóxicas posterior	1232,63133
Relación alimento/microorganismos (kg NO3-N/d/kg SSLM])	0,04830129
Rendimiento de eliminación de NO3-N en balsa anóxica posterior	96,9257713

6. BALSA DE REAIREACION FINAL

Grados de libertad

Caudal de diseño [m3/h]	74,5
Numero de lineas	2
Tiempo de retención hidraulico a caudal de diseño [h]	0,7
Profundiad util [m]	6
Relación longitud/anchura de la balsa	3

Resultados de cálculo

Volumen total util de las balsas de reaireacion [m3]	52,15
Volumen unitario util por balsa [m3]	26,075
Supoerficie unitraria por balsa [m2]	4,34583333
Anchura de cada balsa [m]	1,20358261
Longitud de cada balsa [m]	3,61074784
Kg de SSLM en las balsas	208,6

7. NECESIDAD DE O2 PARA REAIREACION

Grados de libertad

Coeficiente de seguridad	2
Numero total de turbinas	2
Coeficiente de transferencia para difusores	0,38

Resultados de cálculo

Oxígeno teorico requerido [kg/h]	1,58035687
Oxígeno real requerido TURBINAS [kg/h]	2,28046091
Oxígeno real requerido DIFUSORES [kg/h]	3,15756126
Potencia total requeerida en las turbinas [CV]	1,81196042
Potencia unitaria mínima por turbina [CV]	0,90598021
Potencia mínima de agitación necesaria TURBINA [W/m3]	18,0809293
Potencia de agitación instalada TURBINAS [W/m3]	25,5724424
Caudal de aire con difusores [Nm3/h]	28,8143664
Potencia total reuqerida por los soplantes [CV]	1,44813632

RESUMEN Y BALANCE DE ALCALINIDAD

Volumen total util de balsas de nitrificacion [m3]	2908,0375
Volumen total util de balsas anoxicas previas[m3]	1350,05565
Volumen total util de balsas anoxicas ppst[m3]	308,157833
Volumen total util de balsas de reaireación final [m3]	52,15
Volumen total util de todas las balsas [m3]	4618,40098
Tiempo de retención hidraulico global a caudal de diseño [horas]	61,9919594
Kg de SSLM en todas las balsas	18473,6039
Potencia total requerida por TURBINAS [CV]	316048,96
Caudal punta total de aire con difusores [Nm3/h]	5025910,3
Concentración de NTK en la salida del biológico [mg/l]	3,5
Concentración de NO3-N a la salida del biológico [mg/l]	1
Nitrogeno total en el efluente [mg/l]	4,5
Rendimiento global de eliminacion de N [%]	98,1248348
Alcalinidad necesaria como CaO3 [mg/l]	845,537019

B.10. Dimensionado de Decantador Secundario

El método de diseño es análogo al diseño del Decantador primario.

DECANTACIÓN SECUNDARIA

Grados de libertad

Q de diseño [m3/h]	74,5
Q maximo [m3/h]	74,5
V ascensional a caudal de diseño [m/h]	0,7
Tiempo de retención [h]	5
Numero de lineas	2
Disstancia del vertedero a la pared interna de la cuba [m]	0,5

Resultados de cálculo

Caudal de diseño por linea [m3/h]	37,25
Caudal máximo por linea [m3/h]	37,25
Superficie del decantador [m2]	53,2142857
Diametro interno [m]	8,23131417
Volumen cilindrico util unitario [m3]	186,25
Profundidad cilindrica util [m]	3,5
Velociudad ascensional a caudal máximo [m/h]	0,7
Tiempo de residencia a caudal máximo [h]	5
Longitud de vertedero por decantador [m]	22,7178435
Carga máxiuma sobre el vertedero [m3/m-h]	1,63968028

B.11. Dimensionado de Filtración en medio granular (Arena/Antracita/Granate)

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

Es un proceso en el que se eliminan sólidos y ciertos patógenos y microorganismos al hacer pasar el agua residual por un medio poroso filtrante.

El equipo consiste en un depósito cilíndrico vertical en el que está contenido el medio filtrante, que suele ser una continuación de medios arena, antracita y granate, cada cual menos poroso, de manera que la filtración se vuelve más efectiva.

El agua es inyectada por la parte superior, y va atravesando el medio filtrante por las porosidades, dejando a su paso la contaminación que se desea eliminar.

FILTRO ARENA/ANTRACITA/GRANATE

Grados de libertad

Caudal de diseño [m3/h]	74,5
Numero de unidades	6
Numero máximo de unidades lavando simultaneamente	2
SS entrada [mg/l]	30
SS salida [mg/l]	3
Velocidad de filtración [m/h]	10
Tiempo de operación por ciclo [h]	10
Porosidad del lecho 1	0,6
Porosidad del lecho 2	0,45
Porosidad del lecho 3	0,2
Contenido en materia seca del sólido/flóculo retenido [kg/m3]	30
Máximo porcentaje de huecos a ocupar del lecho [%]	25
Profundidad lecho 1 [%]	60
Profundidad lecho 2 [%]	30
Profundidad lecho 3 [%]	10
Profundidad del lecho adicional sobre la de calculo [m]	0,35
Expansión del lecho [%]	60
Altura de resguardo de la virola [m]	0,35
Caudal normal por boquilla [m3/h]	0,886
Pérdida de carga del medio 1 LIMPIO [mca/ m profundidad]	0,2
Pérdida de carga del medio 2 LIMPIO [mca/ m profundidad]	0,35
Pérdida de carga del medio 3 LIMPIO [mca/ m profundidad]	0,45
Perdida de carga en la boquilla [mca]	0,5
Talla efectiva del medio 1 [mm]	1,02
Talla efectiva del medio 2 [mm]	0,55
Talla efectiva del medio 3 [mm]	0,33
Velocidad de agua del lavado [m/h]	40
Velocidad de aire del lavado [m/h]	60

Resultados de cálculo

Caudal de diseño unitario [m3/h]	12,4166667
Sección unitaria [m2]	1,24166667
Diámetro interior [m]	1,25735401
Velocidad de filtración con filtros lavando [m/h]	15
Volumen de agua a filtrar por ciclo y filtro [m3]	124,166667
Solidos a retener por ciclo y filtro [kg]	3,3525
Capacidad de retención del medio 1 [kg/m3]	4,5
Capacidad de retención del medio 2 [kg/m3]	3,375
Capacidad de retención del medio 3 [kg/m3]	1,5
Capacidad media de retención del lecho [kg/m3]	3,8625
Volumen del lecho por filtro [m3]	0,86796117
Altura del lecho [m]	1,04902913
Altura del medio 1 [m]	0,62941748

Altura del emdio 2 [m]	0,31470874
Altura del medio 3 [m]	0,10490291
Volumen total del medio 1 [m3]	4,68916019
Volumen total del medio 2 [m3]	2,3445801
Volumen total del medio 3 [m3]	0,7815267
Altura cilíndrica del filtro [m]	2,0284466
Numero de boquillas por filtro	14,0142965
Numero de boquillas por metro cuadrado	11,2866817
Numero total de boquillas	84,0857788
Caudal maximo por boquilla [m3/h]	1,329
Peridda de carga del lechop limpio [mca]	0,28323786
Perdida de carga del lecho + boquilla limpios [mca]	0,78323786
Perdida de carga del filtro sucio [mca]	2,18074452
Caudal de agua de lavado por filtro [m3/h]	49,6666667
Perdida de carga del lavado con agua [mca]	10,7229781
Caudal de aire de lavado por filtro [m3/h]	74,5
Pérdida de carga del lavado con aire [mca]	2,43413592

B.12. Dimensionado de Adsorción sobre Carbón Activo

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

La adsorción sobre carbón activo es un proceso mediante el cual se hace pasar el agua residual a través de una columna porosa de carbón activo, y esta atrae hacia su superficie moléculas orgánicas, quedando adheridas o adsorbidas en su superficie.

Este método es capaz de eliminar materia orgánica, compuestos orgánicos volátiles (COV), color, olor, sabor, turbidez... en definitiva es un método que asegura una calidad excelente del agua.

ADSORCION CON CA

Grados de libertad

Caudal de diseño [m3/h]	74,5
Numero de lineas en paralelo	2
Numero de lineas en serie	3
Kg de DQO eliminada por Kg de carbon	0,4
DQO entrada [mg/l]	4
DQO salida [mg/l]	1
V ascensional de la columna [m/h]	10
Tiempo de contacto [min]	70
Densidad aparente del carbón [kg/l]	0,42
% de CA usado antes de cambiarlo	90

Resultados de cálculo

Caudal de diseño por linea [m3/h]	37,25
DQO eliminado [mg/l]]	3
DQO eliminado [gr/h]	223,5
% DQO eliminado	75
Superficie de columna unitaria [m2]	3,725
Diametro de cada columna [m]	2,17780102
Volumen util de cada columna [m3]	14,4861111
Volumen util de todas las columnas [m3]	86,9166667
Altura util de cada columna [m]	3,88888889
Kg de carbon en cada columna	6084,16667
Kg de carbon en total	36505
Carbon gastado por hora [kg/h]	0,62083333
Carbon gastado por m3 de agua tratada [g/m3]	8,33333333
Duracióin de las columnas [h]	58800

B.13. Dimensionado de Desinfección por Cloración

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

Este método pretende desinfectar el efluente con la adición de cloro en forma Cl_2. Para ello se hace pasar el agua residual por una arqueta en la que se dosifica dicho compuesto.

Este método de desinfección oxida fácilmente el hierro, y elimina el amonio transformándolo en cloraminas, reduce el olor color y sabor y además proporciona un desinfectante residual en el sistema de abastecimiento.

Como desventaja, puede provocar problemas de olor y sabor, y es un método poco efectivo con pH elevado.

CLORACIÓN

Grados de libertad

Caudal de diseño [m3/h]	74,5
Caudal punta [m3/h]	74,5
Dosis de cloro [mg/l]	10
Numero de lineas	2
Tiempo de contacto a caudal máximo [min]	20
Profundidad util [m]	4
Relación longitud/anchura de cada balsa	2

Resultados de cálculo

Caudal de diseño por linea [m3/h]	37,25
Caudal máximo por linea [m3/h]	37,25
Consumo medio de cloro [kg/dia]	17,88
Consumo punta de cloro [kg/h]	0,745
Volumen unitario util de la balsa [m3]	12,4166667
Volumen total util de las balsas [m3]	24,8333333
S unitaria de la balsa [m2]	3,10416667
Longitud de la balsa [m3]	2,49165273
Anchura de la balsa [m3]	1,24582637

B.14. Dimensionado de Espesado por Gravedad

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

La finalidad de esta etapa es reducir lo máximo posible la humedad de los lodos primarios de depuración, y adecuarlos para su posterior digestión o estabilización.

Debido a la densidad de estos fangos, pueden espesar por acción de su propio peso, compactándose en el fondo de un decantador, mientras que el agua aparece en la superficie como sobrenadante, se lleva a la cabecera de planta y se vuelve a depurar. El lodo se extrae por la parte inferior del decantador y se lleva a digestión.

Geométricamente el espesador es un decantador sin agitación, en el que los lodos decantan por su propio peso.

ESPESADO GRAVEDAD

Grados de libertad

Carga de solidos [kg/m2-dia]	55
Tiempo de retención [h]	25
Numero de lineas	1
Concentración de fangos espesados a la salida [kg/m3]	40
Solidos de los fangos DEC 1 [kg/dia]	38,50559495
Solidos de los fangos del DEC 2 [kg/dia]	0
Concentración fangos DEC 1 [kg/m3]	15
Concentración fangos DEC 2 [kg/m3]	0,1

Resultados de cálculos

Caudal de fangos primarios [m3/h]	0,106959986
Caudal de fangos secundarios [m3/h]	0
Solidos en fangos mixtos (1º+2º) [kg/dia]	38,50559495
Caudal de fangos mixtos [m3/h]	0,106959986
Concentracióin de fangos mixtos [kg/m3]	15
Superficie unitaria [m2]	0,700101726
Diametro interno [m]	0,944138339
Volumen util [m3]	2,673999649
Profundiad util [m]	3,819444444
Q fangos salida [m3/h]	0,040109995
Velocidad ascensional [m/h]	0,152777778

B.15. Dimensionado de Espesado por Flotación

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

La finalidad de esta etapa es reducir lo máximo posible la humedad de los lodos biológicos de depuración, y adecuarlos para su posterior digestión o estabilización.

Debido a la densidad de estos fangos, no pueden espesar por acción de su propio peso, por lo que con ayuda de unos soplantes se arrastra el fango hacia la superficie y se elimina como sobrenadante, mientras que el agua se extrae por la parte inferior, se lleva a la cabecera de planta y se vuelve a depurar.

Geométricamente el espesador es como un decantador pero con un sistema de flotación para arrastrar los lodos, libres de humedad a la superficie.

ESPESADO FLOTACION

Grados de libertad

Carga de solidos [kg/m2-h]	3
Tiempo de retención [h]	6
Numero de lineas	1
Concentración de fangos a la salida [kg/m3]	30
Solidos contenidos en los fangos biológicos [kg/dia]	1286,64371
Concentración de los fangos biológicos [mg/l]	8000

Resultados de cálculo

Caudal de fangos biológicos [m3/h]	6,70126934
Superficie unitaria util [m2]	17,8700516
Diametro interno util [m]	4,76999542
Volumen unitario util [m3]	40,207616
Profundiadd util unitaria [m]	2,25
Caudal de fangos a al salida [m3/h]	1,78700516
Velocidad ascensional sin recirculación [m/h]	0,375
Necesidades de aire para presurizacion [m3/h]	2,67604766
Caudal de recirculación minimo [m3/h]	13,4025387

B.16. Dimensionado de Digestión Anaerobia de Lodos

El método de diseño que se ha seguido es el propuesto en [ISLA11].

Los lodos, en este caso, se estabilizan por digestión anaerobia, es decir, en ausencia de aire.

El proceso de digestión se lleva a cabo por bacterias anaerobias, en reactores totalmente cerrados, en los que se destruye toda la materia orgánica de los lodos y se transforma en biogás.

Puede obtenerse más información sobre la digestión anaerobia en Capítulo 7.

DIGESTIÓN ANAEROBIA
LODOS

1. DIMENSIONADO

Grados de libertad

Tiempo de retención del digestor primario [dias]	20
Altura util del digestor primario [m]	8
Altura del fondo conico del digestor primario [m]	2
Numero de digestores primarios	1
SSV en el fango sin digerir [%]	70
Rendimiento de SSV esperada [%]	50
Caudal de fangos secundarios [m3/h]	5,15974972
Caudal de fangos primarios [m3/h]	2,56703966
Solidos contenidos en los fangos secundarios [kg/d]	440,063942
Solidos contenidos en los fangos primarios [kg/dia]	924,134279
Tiempo de retencion del digestor secundario [dias]	6
Altura cilindrica util del digestor secundario [m]	8
Altura del fondo conico del digestor secundario [m]	2
Numero de digestores secundarios	1

Resultados de cálculo

Caudal de fangos a digerir [m3/h]	7,72678939
Solidos contenidos en los fangos a digerir [kg/d]	1364,19822
Concentración de los fangos a digerir [kg/m3]	7,35643094
Caudal diario de fangos a digerir [m3/dia]	185,442945
SSV contenidos en los fangos a digerir [kg/dia]	954,938755
Volumen total de digestores primarios [m3]	3708,85891
Volumen unitario de digestor primario [m3]	3708,85891
Carga se SSV en digestores primarios [kg/m3.dia]	0,25747508
Diametro interno del digestor primario [m]	23,3425968
Volumen total de digestore secundarios [m3]	1112,65767
Volumen unitario del digestor secundario [m3]	1112,65767
Diametro interno del digestor sendario [m]	12,7852668
Carga de solidos volatiles en digestores 1 y 2 [kg/m3.dia]	0,19805776
Gas producido por la digestion [m3/dia]	429,72244
Solidos contenidos en los fangos digeridos [kg/dia]	886,728844
Solidos volatiles contenidos en los fangos digeridos [kg/dia]	477,469377
Concentración de los fangos digeridos [kg/m3]	4,78168011
Tiempo de retención de sólidos [dias]	26

2. BALANCE TERMICO

Grados de libertad

Temperatura del digestor [ºC]	32
Temperatura aire [ºC]	20
Temperatura suelo [ºC]	10
Temperatura fango entrada [ºC]	12
Altura enterrada de la virola [m]	2
Espesor del hormigon en la cupula [m]	0,2
Espesor de hormigón virola [m]	0,3
Espesor de aislamiento [m]	0,06
Conductividad termica K del hormigon [kcal/ºC.h.m]	1,64
Conductividad termica K aislamiento [kcal/ºC.h.m]	0,03
Coeficiente global U de la parte enterrada [kcal/m2.ºC.h]	1
Poder calorífico del gas de digestión [kcal/m3]	5000
Altura de la cúpula [m]	1
Perdidas de calor en tuberías [kcal/h]	10000
Calor necesario para edificios [kcal/h]	20000
Rendimiento de la producción de calor a partir del gas [%]	50

Resultado de cálculos

Coeficiente global U de la cupula [kcal/m2.ºC.h]	0,47126437
Superficie de la cupula [m2]	431,086851
Calor perdido por la cupula [kcal/h]	2437,87047
Coeficiente global U de la virola [m2]	0,45810056
Superficie de la virola [m2]	439,997584
Calor perdido por la virola [kcal/h]	2418,75767
Superficie enterrada [m2]	218,369018
Calor perdido por la superficie enterrada (Virola + cono) [kcal/h]	4804,11839
Perdidas de calor por cada digestor [kcal/h]	9660,74653
Poerdidas totales de calor [kcal/h]	9660,74653
Calor necesario para calentamiento del fango [kcal/h]	154535,788
Calor total necesario para la digestion [kcal/h]	164196,534
Calor total necesario para la digestion [kcal/h]	194196,534
Calor teórico disponible del gas de digestion [kcal/h]	89525,5083
Calor real disponible del gas de digestion [kcal/h]	44762,7541
Exceso de calor en las condiciones del cálculo [kcal/h]	-149433,78

Apéndice C

Anexo 3: Balance de masas en un digestor anaerobio de mezcla continua RMC

La demostración que se presenta a continuación está adaptada de [METC05].

Para la demostración de la ecuación del balance de masas en el reactor se va a emplear el esquema simplificado de un reactor RMC que se muestra a continuación:

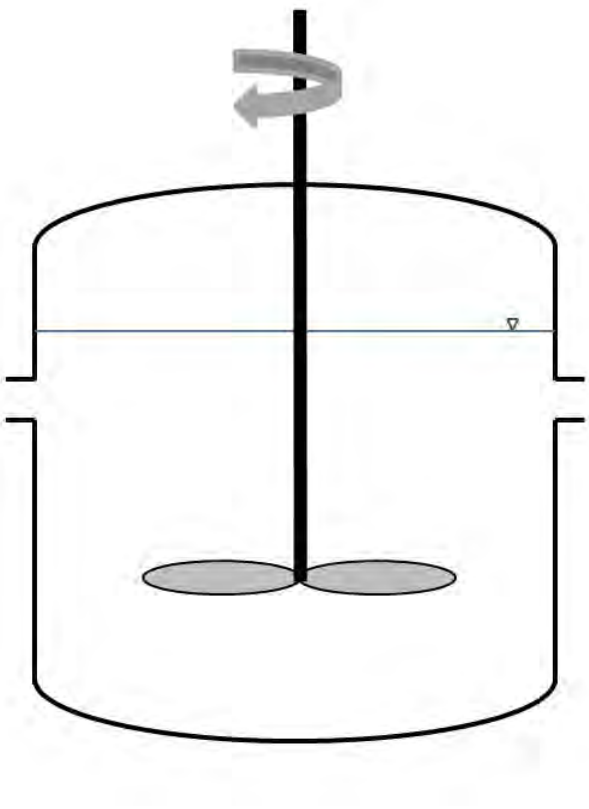


Figura 99. Esquema simplificado de un reactor RMC para balance de masas. *Fuente: Elaboración propia*

Sea C el material o residuo del que se quiere realizar el balance dentro del digestor. La ecuación de un balance simple de masas sería:

$$Acumulacion = Entrada - Salida + Generacion$$

$$\frac{dC}{dt}V = Q \cdot C_0 - Q \cdot C - K \cdot C \cdot V \tag{14}$$

Si se toma la simplificación de notacion: $\beta = k + Q/V$

$$\frac{dC}{dt} + \beta C = \frac{Q \cdot C_0}{V} \tag{15}$$

Que resulta una ecuación diferencial de solución sencilla:

$$e^{\beta t}C' + \beta C = \frac{Q}{V}C_0 e^{\beta t} \tag{16}$$

Teniendo en cuenta que $e^{\beta t}C' + \beta C e^{\beta t} = e^{\beta t}C'$ es la derivada de un producto, la ecuación se puede simplificar en:

$$e^{\beta t}C' = \frac{Q}{V}C_0 e^{\beta t} \tag{17}$$

Integrando a ambos lados de la ecuación:

$$e^{\beta t}C = \frac{Q}{V}C_0 \int e^{\beta t} dt \tag{18}$$

Resolviendo la integral:

$$e^{\beta t}C = \frac{QC_0}{V\beta}e^{\beta t} + K \tag{19}$$

Aplicando las condiciones de contorno $t = 0 \;\; C = C_0$ la Ecuación 19 resulta en:

$$C = \frac{QC_0}{V\beta}1 - e^{-\beta t} + C_0 e^{-\beta t} \tag{20}$$

C.1. Simplificación para estado estacionario

Para estado estacionario, es decir cuando $t \to \infty$, se observa claramente analizando la Ecuación 20:

$$C = \frac{QC_0}{V\beta} \tag{21}$$

Si se deshace la notación empleada en Ecuación 15 $\beta = k + Q/V$:

$$C = \frac{C_0}{1 + k\frac{V}{Q}} \tag{22}$$

C.2. Reactores RMC conectados en serie

Sea la combinación de n reactores conectados en serie que se muestra a continuación:

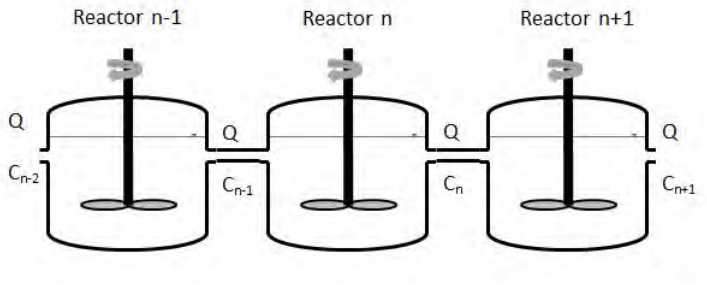


Figura 100. Esquema y notación de reactores conectados en serie. *Fuente: Elaboración propia, adaptado de [METC05]*

Donde V representa la suma de los volúmenes de los n reactores. El volumen unitario de cada reactor será $\frac{V}{n}$

Se estudian dos reactores con flujo en la dirección $Reactor1 \rightarrow Reactor2$. El balance de masas en los reactores será:

$$Acumulacion = Entrada - Salida$$

$$\frac{V}{n}\frac{dC_2}{dt} = QC_1 - QC_2$$

Resultando:

$$\frac{dC_2}{dt} + \frac{nQ}{V}C_2 = \frac{nQ}{V}C_1 \tag{23}$$

Utilizando la ecuación de la cinética de reactores de primer orden $\frac{C}{C_0} = e^{-kt}$, se puede obtener la concentración del efluente del primer reactor:

$$C_1 = C_0 e^{-n\frac{Q}{V}t} \tag{24}$$

Simplificando la notación $\theta = \frac{Q}{V}t$, y sustituyendo en Ecuación 23 se obtiene:

$$\frac{dC_2}{dt} + \frac{nQ}{V}C_2 = \frac{nQ}{V}C_0^{(-n\theta)} \tag{25}$$

Resolviendo la ecuación diferencial de igual manera que Ecuación 15, se obtiene:

$$C_2 = C_0 n\theta e^{-n\theta} \tag{26}$$

Y por último, por inducción de llega a la conclusión de que:

$$C_i = \frac{C_0}{(i-1)!}(n\theta)^{i-1}e^{-n\theta} \tag{27}$$

Apéndice D

Anexo 4: Análisis de viabilidad para las posibles soluciones de usos de biogás

D.1. Biogás como fuente eléctrica exclusiva

Este caso es aquel en el que el biogás se utiliza como fuente de energía eléctrica exclusiva. Es decir, el biogás se utiliza como combustible para generar electricidad.

Se va a tomar el caso más sencillo y económico, en el que el biogás se combustiona en un motor de combustión interna alternativo MCIA al que se le acopla un generador eléctrico.

1. Se toman como ingresos o beneficios el ahorro que producirá el utilizar el biogás, es decir, lo que costaría en su caso la electricidad ahora generada por el biogás.
    - Se estima un beneficio de 160 k€, actualizado año a año con una inflación del 3 %
2. La inversión se estima en 560 k€, desglosada de la siguiente manera:
    - Coste de equipos: 530 k€
    - Estudio y planificación: 10 k€
    - Instalación y puesta a punto: 20 k€
3. Los costes se suponen únicamente de mantenimiento y administración:
    - Mantenimiento: Estimados en 90 k€anuales.
    - Administración: Coste estimado del 5 % sobre el beneficio obtenido
4. La amortización de los equipos se supone lineal a 13 años.
5. El impuesto de sociedades se estima del 32.5 %
6. Inflación del 3 %

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ingresos gen	k€		160,0	163,2	166,5	169,8	173,3	176,8	180,4	184,2	188,0	191,9	195,9	200,0	204,2	208,5	213,0	217,5	222,2	227,0
Seguros	k€		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Terrenos	k€		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manten	k€		90,0	92,7	95,5	98,3	101,3	104,3	107,5	110,7	114,0	117,4	121,0	124,6	128,3	132,2	136,1	140,2	144,4	148,8
Admin	k€		3,5	3,6	3,8	3,9	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	4,9	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,5
Marg bruto	k€		66,5	66,9	67,2	67,6	67,9	68,3	68,6	69,0	69,3	69,6	69,9	70,2	70,5	70,8	71,0	71,3	71,5	71,8
Amort	k€		44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BAIT	k€		21,7	22,1	22,4	22,8	23,1	23,5	23,8	24,2	24,5	24,8	25,1	25,4	48,1	70,8	71,0	71,3	71,5	71,8
Res finanz	k€		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BAT	k€		21,7	22,1	22,4	22,8	23,1	23,5	23,8	24,2	24,5	24,8	25,1	25,4	48,1	70,8	71,0	71,3	71,5	71,8
Impuestos	k€		7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3	15,6	23,0	23,1	23,2	23,2	23,3
BN	k€		14,6	14,9	15,1	15,4	15,6	15,9	16,1	16,3	16,5	16,7	16,9	17,1	32,5	47,8	47,9	48,1	48,3	48,4
Amort	k€		44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Desemb	k€	560,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CF	k€	-560,0	59,4	59,7	59,9	60,2	60,4	60,7	60,9	61,1	61,3	61,5	61,7	61,9	54,9	47,8	47,9	48,1	48,3	48,4
CF Acum	k€	-560	-501	-441	-381	-321	-260	-200	-139	-78	-16	45	107	169	224	271	319	368	416	464

invers	560	k€
% financiado	0%	%
años	12	
interes	5,5%	%
Imp sociedades	32,5%	%
Gasto mant	90,0	K€
Gasto Admin	5,0%	%
Seguro	0	€ / torre
Alq terrenos	0,00	€ / kW
Inflación	3%	%

VAN	**410**
TIR	**9,2%**

19	20	Acum
231,9	236,9	
0,0	0,0	
0,0	0,0	
153,2	157,8	
6,7	6,9	
72,0	72,2	
0,0	0,0	560,0
72,0	72,2	
0,0	0,0	0,0
72,0	72,2	
23,4	23,5	270,4
48,6	48,7	
0,0	0,0	560,0
0,0	0,0	560,0
48,6	48,7	561,5
513	562	

D.2. Biogás como fuente térmica exclusiva

Este caso es aquel en el que el biogás se utiliza como fuente de energía térmica exclusiva. Es decir, el biogás se utiliza como combustible para generar calor.

Se va a tomar el caso más sencillo y económico, en el que el biogás se combustiona en calderas para calentar agua y alimentar así con calor a la planta.

1. Se toman como ingresos o beneficios el ahorro que producirá el utilizar el biogás, es decir, lo que costaría en su caso la electricidad antes utilizada para generar el calor.
    - Se estima un beneficio de 160 k€, actualizado año a año con una inflación del 3 %
2. La inversión se estima en 510 k€, desglosada de la siguiente manera:
    - Coste de equipos: 480 k€
    - Estudio y planificación: 10 k€
    - Instalación y puesta a punto: 20 k€
3. Los costes se suponen únicamente de mantenimiento y administración:
    - Mantenimiento: Estimados en 65 k€anuales.
    - Administración: Coste estimado del 5 % sobre el beneficio obtenido.
4. La amortización de los equipos se supone lineal a 13 años.
5. El impuesto de sociedades se estima del 32.5 %
6. Inflación del 3 %

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ingresos gen	k€		160,0	163,2	166,5	169,8	173,3	176,8	180,4	184,2	188,0	191,9	195,9	200,0	204,2	208,5	213,0	217,5	222,2	227,0
Seguros	k€		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Terrenos	k€		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manten	k€		65,0	67,0	69,0	71,0	73,2	75,4	77,6	79,9	82,3	84,8	87,4	90,0	92,7	95,5	98,3	101,3	104,3	107,4
Admin	k€		4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1	6,4	6,7	7,0	7,3	7,6	8,0	8,3	8,7	9,1	9,5	9,9
Marg bruto	k€		90,3	91,3	92,3	93,4	94,5	95,6	96,7	97,8	98,9	100,1	101,2	102,4	103,6	104,8	106,0	107,2	108,4	109,7
Amort	k€		40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BAIT	k€		49,5	50,5	51,5	52,6	53,7	54,8	55,9	57,0	58,1	59,3	60,4	61,6	83,2	104,8	106,0	107,2	108,4	109,7
Res finanz	k€		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BAT	k€		49,5	50,5	51,5	52,6	53,7	54,8	55,9	57,0	58,1	59,3	60,4	61,6	83,2	104,8	106,0	107,2	108,4	109,7
Impuestos	k€		16,1	16,4	16,8	17,1	17,5	17,8	18,2	18,5	18,9	19,3	19,6	20,0	27,0	34,1	34,4	34,8	35,2	35,6
BN	k€		33,4	34,1	34,8	35,5	36,2	37,0	37,7	38,5	39,2	40,0	40,8	41,6	56,1	70,7	71,5	72,4	73,2	74,0
Amort	k€		40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Desemb	k€	510,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CF	k€	-510,0	74,2	74,9	75,6	76,3	77,0	77,8	78,5	79,3	80,0	80,8	81,6	82,4	76,5	70,7	71,5	72,4	73,2	74,0
CF Acum	k€	-510	-436	-361	-285	-209	-132	-54	24	104	184	264	346	428	505	576	647	720	793	867

invers	510	k€
% financiado	0%	%
años	12	
interes	5,5%	%
Imp sociedades	32,5%	%
Gasto mant	65,0	K€
Gasto Admin	5,0%	%
Seguro	0	€ / torre
Alq terrenos	0,00	€ / kW
Inflación	3%	%

VAN	**740**
TIR	**14,3%**

19	20	Acum
231,9	236,9	
0,0	0,0	
0,0	0,0	
110,7	114,0	
10,3	10,8	
110,9	112,2	
0,0	0,0	510,0
110,9	112,2	
0,0	0,0	0,0
110,9	112,2	
36,0	36,5	489,9
74,9	75,7	
0,0	0,0	510,0
0,0	0,0	510,0
74,9	75,7	1.017,4
942	1.017	

D.3. Biogás como fuente de co-generación

Este caso es aquel en el que el biogás se utiliza como fuente de energía térmica y eléctrica conjuntamente. Es decir, el biogás se utiliza como combustible en un motor de co-generación para generar calor y electricidad a la vez.

1. Se toman como ingresos o beneficios el ahorro que producirá el utilizar el biogás, es decir, lo que costaría en su caso la electricidad antes utilizada.
    - Se estima un beneficio de 160 k€, actualizado año a año con una inflación del 3 %
2. La inversión se estima en 580 k€, desglosada de la siguiente manera:
    - Coste de equipos: 550 k€
    - Estudio y planificación: 10 k€
    - Instalación y puesta a punto: 20 k€
3. Los costes se suponen únicamente de mantenimiento y administración:
    - Mantenimiento: Estimados en 100 k€anuales.
    - Administración: Coste estimado del 5 % sobre el beneficio obtenido.
4. La amortización de los equipos se supone lineal a 13 años.
5. El impuesto de sociedades se estima del 32.5 %
6. Inflación del 3 %

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ingresos gen	k€		160,0	163,2	166,5	169,8	173,3	176,8	180,4	184,2	188,0	191,9	195,9	200,0	204,2	208,5	213,0	217,5	222,2	227,0
Seguros	k€		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Terrenos	k€		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manten	k€		100,0	103,0	106,1	109,3	112,6	115,9	119,4	123,0	126,7	130,5	134,4	138,4	142,6	146,9	151,3	155,8	160,5	165,3
Admin	k€		3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,5	4,7	4,8	5,0	5,1
Marg bruto	k€		57,0	57,1	57,2	57,3	57,3	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,3	57,2	57,1	57,0	56,9	56,8	56,6
Amort	k€		46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BAIT	k€		10,6	10,7	10,8	10,9	10,9	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	10,9	34,0	57,1	57,0	56,9	56,8	56,6
Res finanz	k€		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BAT	k€		10,6	10,7	10,8	10,9	10,9	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	10,9	34,0	57,1	57,0	56,9	56,8	56,6
Impuestos	k€		3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	11,1	18,6	18,5	18,5	18,4	18,4
BN	k€		7,2	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	23,0	38,6	38,5	38,4	38,3	38,2
Amort	k€		46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Desemb	k€	580,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CF	k€	-580,0	53,6	53,6	53,7	53,7	53,8	53,8	53,8	53,8	53,8	53,8	53,8	53,8	46,2	38,6	38,5	38,4	38,3	38,2
CF Acum	k€	-580	-526	-473	-419	-365	-312	-258	-204	-150	-96	-43	11	65	111	150	188	227	265	303

invers	580	k€
% financiado	0%	%
años	12	
interes	5,5%	%
Imp sociedades	32,5%	%
Gasto mant	100,0	K€
Gasto Admin	5,0%	%
Seguro	0	€ / torre
Alq terrenos	0,00	€ / kW
Inflación	3%	%

VAN	**194**
TIR	**6,0%**

19	20	Acum
231,9	236,9	
0,0	0,0	
0,0	0,0	
170,2	175,4	
5,2	5,4	
56,4	56,2	
0,0	0,0	580,0
56,4	56,2	
0,0	0,0	0,0
56,4	56,2	
18,3	18,3	182,6
38,1	37,9	
0,0	0,0	580,0
0,0	0,0	580,0
38,1	37,9	379,2
341	379	

PARTE III

NORMATIVA Y LEGISLACIÓN

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

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

3596 *REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.*

La Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, estableció la obligación de las Administraciones públicas sanitarias de orientar sus actuaciones prioritariamente a la promoción de la salud y la prevención de las enfermedades.

La citada Ley prevé que las actividades y productos que, directa o indirectamente, puedan tener consecuencias negativas para la salud, sean sometidos por las Administraciones públicas a control por parte de éstas y a llevar a cabo actuaciones sanitarias para la mejora de los sistemas de abastecimiento de las aguas.

El Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público, incorporó a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva comunitaria 80/778/CEE, de 15 de julio de 1980.

La publicación de la Directiva 98/83/CE, de 3 de noviembre de 1998, exige la incorporación de la misma al derecho interno español con la elaboración de un nuevo texto que recoja las nuevas especificaciones de carácter científico y técnico y posibiliten un marco legal más acorde, tanto con las necesidades actuales, como con los avances y progresos de los últimos años en lo que a las aguas de consumo humano se refiere, estableciendo las medidas sanitarias y de control necesarias para la protección de la salud de los consumidores, siendo éste el objeto principal de esta disposición.

Dada la importancia de este tema para la salud humana, se hace necesario el establecimiento a escala nacional de criterios de calidad del agua de consumo humano.

Estos criterios se aplicarán a todas aquellas aguas que, independientemente de su origen y del tratamiento de potabilización que reciban, se utilicen en la industria alimentaria o se suministren a través de redes de distribución públicas o privadas, depósitos o cisternas.

Se fijan parámetros y valores paramétricos a cumplir en el punto donde se pone el agua de consumo humano a disposición del consumidor. Estos valores se basan principalmente en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y en motivos de salud pública aplicándose, en algunos casos, el principio de precaución para asegurar un alto nivel de protección de la salud de la población.

Los programas de control de calidad del agua de consumo humano deberán adaptarse a las necesidades de cada abastecimiento y cumplir los criterios de calidad previstos en esta disposición.

Las sustancias utilizadas en el tratamiento de potabilización del agua y productos de construcción instalados en el abastecimiento y en las instalaciones interiores pueden afectar a la calidad y salubridad de la misma, por ello, y sin perjuicio de lo previsto en esta norma, se regularán por normativa específica.

Ante incumplimientos de los criterios de calidad que señala esta disposición, será necesaria la investigación de la causa subyacente y garantizar que se apliquen lo antes posible las medidas correctoras y preventivas para la protección de la salud de la población abastecida. En determinadas condiciones se podrá conceder excepciones, cuando el suministro de agua en el abastecimiento no pueda mantenerse por ningún otro medio razonable y siempre y cuando no haya un riesgo potencial para la salud de la población.

Las decisiones sobre el control de la calidad del agua de consumo humano, así como la adopción de medidas correctoras ante los incumplimientos detectados, se ejecutarán en el nivel local, en virtud de las competencias atribuidas a los entes locales en la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local, siguiendo, en su caso, las indicaciones de la administración sanitaria autonómica competente y contando con su asesoramiento.

Los consumidores deberán recibir información suficiente y oportuna de la calidad del agua de consumo humano, situaciones de excepción, medidas correctoras y preventivas, así como de todos aquellos aspectos que afecten al abastecimiento y que puedan implicar un riesgo para la salud de la población.

El Ministerio de Sanidad y Consumo coordina el Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo y elabora los informes nacionales anuales destinados a la información pública y, en cumplimiento con las obligaciones comunitarias, a la Comisión Europea.

El presente Real Decreto, que tiene carácter de norma básica, se dicta al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.16.ª de la Constitución y de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 18.6, 19.2, 23, 24, 40.2, 40.13 y en la disposición adicional segunda de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.

En la elaboración de este Real Decreto han sido oídos los sectores afectados, las comunidades autónomas y ha emitido su preceptivo informe la Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria (CIOA).

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Sanidad y Consumo, de Agricultura, Pesca y Alimentación, de Medio Ambiente, de Economía y de Ciencia y Tecnología, con la aprobación previa del Ministro de Administraciones Públicas, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros del día 7 de febrero de 2003,

D I S P O N G O :

Artículo 1. *Objeto.*

El presente Real Decreto tiene por objeto establecer los criterios sanitarios que deben cumplir las aguas de consumo humano y las instalaciones que permiten su suministro desde la captación hasta el grifo del consumidor y el control de éstas, garantizando su salubridad, calidad y limpieza, con el fin de proteger la salud de las personas de los efectos adversos derivados de cualquier tipo de contaminación de las aguas.

Artículo 2. *Definiciones.*

A los efectos de esta disposición se entenderá por:

1. Agua de consumo humano:

a) Todas aquellas aguas, ya sea en su estado original, ya sea después del tratamiento, utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y para otros usos domésticos, sea cual fuere su origen e independientemente de que se suministren al consumidor, a través de redes de distribución públicas o privadas, de cisternas, de depósitos públicos o privados.

b) Todas aquellas aguas utilizadas en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano, así como a las utilizadas en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos.

c) Todas aquellas aguas suministradas para consumo humano como parte de una actividad comercial o pública, con independencia del volumen medio diario de agua suministrado.

2. Autoridad sanitaria: a la Administración sanitaria autonómica competente u otros órganos de las comunidades autónomas en el ámbito de sus competencias.

3. Gestor y/o gestores: persona o entidad pública o privada que sea responsable del abastecimiento o de parte del mismo, o de cualquier otra actividad ligada al abastecimiento del agua de consumo humano.

4. Abastecimiento: conjunto de instalaciones para la captación de agua, conducción, tratamiento de potabilización de la misma, almacenamiento, transporte y distribución del agua de consumo humano hasta las acometidas de los consumidores, con la dotación y calidad previstas en esta disposición.

5. Agua destinada a la producción de agua de consumo humano: aquellas aguas que, independientemente de su origen, sufran o no un tratamiento, vayan a ser utilizadas para el consumo humano.

6. Fuente natural: las captaciones no utilizadas con fines comerciales y no conectadas a depósitos, cisternas o redes de distribución.

7. Punto de muestreo: el lugar para la toma de muestras de agua de consumo humano para el control de la calidad de ésta.

8. Valor paramétrico: el nivel máximo o mínimo fijado para cada uno de los parámetros a controlar.

9. Resultado: el valor cuantificado de un parámetro con un método de ensayo concreto y expresado en las unidades fijadas en el anexo I.

10. Plaguicida: los insecticidas, herbicidas, fungicidas, nematocidas, acaricidas, alguicidas, rodenticidas, molusquicidas orgánicos, metabolitos, productos de degradación o reacción y los productos relacionados como los reguladores de crecimiento.

11. Sustancia: todo producto (sustancia o preparado) que se agregue al agua o sea empleado en su potabilización o mejora, así como los utilizados para la limpieza de superficies, equipos, recipientes o utensilios que estén en contacto con el agua de consumo humano.

A estos efectos se dividen en los siguientes grupos:

a) «Desinfectantes para agua»: productos empleados para la desinfección del agua de consumo humano.

b) «Desinfectantes para superficies»: productos empleados para la desinfección de equipos, recipientes, utensilios para el consumo, superficies o tuberías relacionadas con la producción, transporte, almacenamiento y distribución del agua de consumo humano.

c) «Alguicidas y antiincrustantes»: productos que eliminan o impiden el desarrollo de algas en el agua destinada a la producción del agua de consumo humano o tengan acción antiincrustante o desincrustante.

d) «Otras sustancias»: todo producto que no esté incluido en los apartados anteriores.

12. Estación de tratamiento de agua potable (ETAP): conjunto de procesos de tratamiento de potabilización situados antes de la red de distribución y/o depósito, que contenga más unidades que la desinfección.

13. Producto de construcción en contacto con agua de consumo humano: todo producto de construcción, de revestimiento o utilizado en los procesos de montaje de las captaciones, conducciones, ETAPs, redes de abastecimiento y distribución, depósitos, cisternas e instalaciones interiores que estén situadas desde la captación hasta el grifo del consumidor.

14. Conducción: cualquier canalización que lleva el agua desde la captación hasta la ETAP o, en su defecto, al depósito de cabecera.

15. Depósito: todo receptáculo o aljibe cuya finalidad sea almacenar agua de consumo humano ubicado en la cabecera o en tramos intermedios de la red de distribución.

16. Red de distribución: conjunto de tuberías diseñadas para la distribución del agua de consumo humano desde la ETAP o desde los depósitos hasta la acometida del usuario.

17. Punto de entrega: lugar donde un gestor de una parte del abastecimiento entrega el agua al gestor de la siguiente parte del mismo o al consumidor.

18. Acometida: la tubería que enlaza la instalación interior del inmueble y la llave de paso correspondiente con la red de distribución.

19. Instalación interior: el conjunto de tuberías, depósitos, conexiones y aparatos instalados tras la acometida y la llave de paso correspondiente que enlaza con la red de distribución.

20. Aparatos de tratamiento en edificios: cualquier elemento o accesorio instalado tras la acometida o llave de paso o en la entrada a la instalación interior o en el grifo del consumidor, con el objeto de modificar u optimizar la calidad del agua de consumo humano.

21. Zona de abastecimiento: área geográficamente definida y censada por la autoridad sanitaria a propuesta del gestor del abastecimiento o partes de éste, no superior al ámbito provincial, en la que el agua de consumo humano provenga de una o varias captaciones y cuya calidad de las aguas distribuidas pueda considerarse homogénea en la mayor parte del año.

Cada zona de abastecimiento vendrá definida por cuatro determinantes:

a) Denominación única dentro de cada provincia.
b) Código de identificación.
c) Número de habitantes abastecidos.
d) Volumen medio diario de agua suministrada considerando el cómputo anual.

Artículo 3. *Ámbito de aplicación.*

1. La presente disposición será de aplicación a las aguas definidas en el artículo 2.1.

2. Quedan excluidas del ámbito de aplicación de este Real Decreto:

a) Todas aquellas aguas que se rijan por el Real Decreto 1074/2002, de 18 de octubre, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas.

b) Todas aquellas aguas que se rijan por la Ley 25/1990, de 20 de diciembre, del Medicamento.

c) Todas aquellas aguas mineromedicinales de establecimientos balnearios que se rijan por el Real Decreto Ley 743/1928, de 25 de abril, que aprueba el Estatuto, sobre la explotación de manantiales de aguas mineromedicinales, y por la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.

d) Todas aquellas aguas destinadas exclusivamente a usos para los cuales conste a la autoridad sanitaria que la calidad de aquéllas no afecte, directa ni indirectamente, a la salud de los consumidores que las usan.

e) Todas aquellas aguas de la industria alimentaria que conste a la autoridad sanitaria que la calidad de aquéllas no afecta a la salubridad del producto alimenticio.

f) Todas aquellas aguas de consumo humano procedentes de un abastecimiento individual y domiciliario o fuente natural que suministre como media menos de 10 m^3 diarios de agua, o que abastezca a menos de 50 personas, excepto cuando se perciba un riesgo potencial para la salud de las personas derivado de la calidad del agua, en cuyo caso la autoridad sanitaria requerirá a la Administración local que adopte, para estos abastecimientos, las medidas necesarias para el cumplimiento de lo dispuesto en este Real Decreto.

Artículo 4. *Responsabilidades y competencias.*

Sin perjuicio de lo establecido en la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, y en la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases de Régimen Local, se establecen las siguientes responsabilidades en el ámbito de este Real Decreto:

1. Los municipios son responsables de asegurar que el agua suministrada a través de cualquier red de distribución, cisterna o depósito móvil en su ámbito territorial sea apta para el consumo en el punto de entrega al consumidor.

2. Cuando la captación o la conducción o el tratamiento o la distribución o el autocontrol del agua de consumo lo realice un gestor o gestores distintos del municipio, éste velará por el cumplimiento de este Real Decreto por parte de los mismos.

La responsabilidad de los gestores finaliza en el punto de entrega a otro gestor o en la llave de paso general de la acometida del consumidor.

3. Los municipios velarán por el cumplimiento de las obligaciones de los titulares de los establecimientos que desarrollen actividades comerciales o públicas en relación con lo que señala esta disposición. Los titulares de dichos establecimientos deberán poner a disposición de sus usuarios agua apta para el consumo.

4. Corresponde a los municipios el autocontrol de la calidad y el control en grifo del agua que consume la población en su municipio cuando la gestión del abastecimiento sea de forma directa.

5. Cuando la gestión del abastecimiento sea de forma indirecta, el autocontrol de la calidad del agua de consumo humano es responsabilidad de los gestores, cada uno en su propia parte del abastecimiento.

6. Si la calidad del agua de consumo humano sufre modificaciones que impliquen que de forma temporal o permanente no sea apta para el consumo, en cada uno de los casos que señalan los apartados 1, 2 y 3 del presente artículo, el gestor deberá poner en conocimiento de la población y/o de los otros gestores afectados, así como del municipio, en su caso, dicha situación de incumplimiento, las medidas correctoras y preventivas previstas, a través de los medios y en la forma que considere más adecuada, de acuerdo con la autoridad sanitaria, a fin de evitar cualquier riesgo que afecte a la protección de la salud humana.

7. Los propietarios del resto de los inmuebles que no estén recogidos en el apartado 3, son responsables de mantener la instalación interior a efectos de evitar modificaciones de la calidad del agua de consumo humano desde la acometida hasta el grifo.

Artículo 5. *Criterios de calidad del agua de consumo humano.*

El agua de consumo humano deberá ser salubre y limpia.

A efectos de este Real Decreto, un agua de consumo humano será salubre y limpia cuando no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un riesgo para la salud humana, y cumpla con los requisitos especificados en las partes A y B del anexo I.

Artículo 6. *Punto de cumplimiento de los criterios de calidad del agua de consumo humano.*

El agua de consumo humano que se pone a disposición del consumidor deberá cumplir los requisitos de calidad señalados en esta disposición, en los siguientes puntos:

a) El punto en el cual surge de los grifos que son utilizados habitualmente para el consumo humano, para las aguas suministradas a través de una red de distribución, dentro de los locales, establecimientos públicos o privados y domicilios particulares.

b) El punto en que se pone a disposición del consumidor, para las aguas suministradas a partir de una cisterna, de depósitos móviles públicos y privados.

c) El punto en que son utilizadas en la empresa, para las aguas utilizadas en la industria alimentaria.

Artículo 7. *Captación del agua para el consumo humano.*

1. Sin perjuicio de lo que disponga la autoridad sanitaria en cada caso, 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.

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.

2. Los organismos de cuenca y las Administraciones hidráulicas de las comunidades autónomas facilitarán periódicamente a la autoridad sanitaria y al gestor los resultados analíticos del agua destinada a la producción de agua de consumo humano, de los parámetros descritos en el Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica y de toda aquella legislación que le sea de aplicación.

Ante la sospecha de presencia en el agua de contaminantes que entrañen un riesgo para la salud de la población, los organismos de cuenca y las Administraciones hidráulicas de las comunidades autónomas en coordinación con la autoridad sanitaria determinarán y evaluarán la presencia de dichas sustancias.

3. Todo proyecto de nueva captación deberá contar con un informe sobre las características más relevantes que pudieran influir en la calidad del agua del área de captación, además de lo previsto en el artículo 13.

La calidad del agua de la captación deberá ser tal que pueda ser potabilizada con los tratamientos de potabilización previstos en el abastecimiento.

4. La entidad pública o privada responsable de la construcción de la captación deberá instalar las medidas de protección adecuadas y señalizar de forma visible para su identificación como punto de captación de agua destinada al abastecimiento de la población, según establezca la autoridad sanitaria, con el fin de evitar la contaminación y degradación de la calidad del agua.

El gestor de la captación mantendrá las medidas de protección propias de su competencia sin perjuicio de las competencias del organismo de cuenca y las Administraciones hidráulicas de las comunidades autónomas.

Artículo 8. *Conducción del agua.*

1. Antes de su puesta en funcionamiento, se realizará un lavado y/o desinfección de las tuberías.

El material de construcción, revestimiento, soldaduras y accesorios no transmitirán al agua sustancias o propiedades que contaminen o empeoren la calidad del agua procedente de la captación.

2. En el caso que la conducción fuera abierta, el gestor de la misma deberá proceder a su cerramiento siempre que la autoridad sanitaria considere que existe un riesgo para la salud de la población.

Artículo 9. *Sustancias para el tratamiento del agua.*

1. Cualquier sustancia o preparado que se añada al agua de consumo humano deberá cumplir con la nor-

ma UNE-EN correspondiente para cada producto y vigente en cada momento.

El Ministerio de Sanidad y Consumo actualizará la relación que figura en el anexo II mediante desarrollo normativo.

2. Las sustancias o preparados que a la fecha de entrada en vigor de esta disposición estén comercializados tendrán un plazo de un año para cumplir con cada una de las normas UNE-EN que le afecten.

3. Sin perjuicio de lo anterior, toda sustancia o preparado que se añada al agua de consumo humano y la industria relacionada con ésta, deberán cumplir con lo dispuesto en el 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, o en el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas, o en el Real Decreto 1078/1993, de 2 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, y en el Real Decreto 1712/1991, de 29 de noviembre, sobre el Registro general sanitario de alimentos, o cualquier otra legislación que pudiera ser de aplicación.

4. El gestor del tratamiento de potabilización del agua deberá contar con una fotocopia del certificado o autorización sanitaria correspondiente a cada sustancia utilizada o, en su caso, de la empresa que lo comercialice.

Artículo 10. *Tratamiento de potabilización del agua de consumo humano.*

1. 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, a criterio de la autoridad sanitaria, antes de desinfectarla y distribuirla a la población. Asimismo, cuando exista un riesgo para la salud, aunque los valores medios anuales de turbidez sean inferiores a 1 UNF, la autoridad sanitaria podrá requerir, en función de la valoración del riesgo existente, la instalación de una filtración previa.

2. Las aguas de consumo humano distribuidas al consumidor por redes de distribución públicas o privadas, cisternas o depósitos deberán ser desinfectadas. En estos casos, los subproductos derivados de la desinfección deberán tener los niveles más bajos posibles, sin comprometer en ningún momento la eficacia de la desinfección.

Cuando no haya riesgo de contaminación o crecimiento microbiano a lo largo de toda la red de distribución hasta el grifo del consumidor, el gestor podrá solicitar a la autoridad sanitaria, la exención de contener desinfectante residual.

3. Los procesos de tratamiento de potabilización no transmitirán al agua sustancias o propiedades que contaminen o degraden su calidad y supongan el incumplimiento de los requisitos especificados en el anexo I y un riesgo para la salud de la población abastecida, ni deberán producir directa o indirectamente la contaminación ni el deterioro del agua superficial o subterránea destinada a la producción del agua de consumo humano.

4. Los aparatos de tratamiento en edificios no podrán transmitir al agua sustancias, gérmenes o propiedades indeseables o perjudiciales para la salud y deberán cumplir con lo dispuesto en el artículo 14.

La comercialización de estos aparatos estará sujeta a su homologación previa.

Artículo 11. *Depósitos y cisternas para el agua de consumo humano.*

1. Los depósitos públicos o privados, fijos o móviles, de la red de abastecimiento, de distribución o de instalaciones interiores y cisternas para agua de consumo humano deberán cumplir con lo dispuesto en el artículo 14.

Todo depósito de una instalación interior deberá situarse por encima del nivel del alcantarillado, estando siempre tapado y dotado de un desagüe que permita su vaciado total, limpieza y desinfección.

2. La entidad pública o privada responsable de la construcción del depósito deberá instalar las medidas de protección y señalizar de forma visible, para su identificación como punto de almacenamiento de agua para el abastecimiento, con el fin de que no se contamine o empeore la calidad del agua almacenada.

El gestor mantendrá estas medidas de protección.

3. Cuando en un abastecimiento deba recurrirse al uso de cisternas o depósitos móviles, éstos serán sólo para el transporte de agua y tendrán claramente señalado y suficientemente visible la indicación «para transporte de agua de consumo humano», acompañado del símbolo de un grifo blanco sobre fondo azul.

El gestor de la cisterna o depósito móvil solicitará la autorización administrativa correspondiente para darse de alta en esta actividad.

En cada suministro de este tipo, el gestor deberá contar con el informe vinculante de la autoridad sanitaria.

En todo momento, el responsable del transporte del agua adoptará las medidas de protección oportunas para que la calidad del agua de consumo humano no se degrade, así como aquellas medidas correctoras que en su caso señale la autoridad sanitaria.

4. El gestor de los depósitos públicos o privados de la red de abastecimiento o la red de distribución, cisternas, y el propietario de los depósitos de instalaciones interiores, vigilará de forma regular la situación de la estructura, elementos de cierre, valvulería, canalizaciones e instalación en general, realizando de forma periódica la limpieza de los mismos, con productos que cumplan lo señalado en el artículo 9. La limpieza deberá tener una función de desincrustación y desinfección, seguida de un aclarado con agua.

Artículo 12. *Distribución del agua de consumo humano.*

1. Las redes de distribución pública o privada serán en la medida de lo posible de diseño mallado, eliminando puntos y situaciones que faciliten la contaminación o el deterioro del agua distribuida.

Dispondrán de mecanismos adecuados que permitan su cierre por sectores, con objeto de poder aislar áreas ante situaciones anómalas, y de sistemas que permitan las purgas por sectores para proteger a la población de posibles riesgos para la salud.

2. Antes de su puesta en funcionamiento y después de cualquier actividad de mantenimiento o reparación que pueda suponer un riesgo de contaminación del agua de consumo humano, se realizará un lavado y/o desinfección del tramo afectado de tuberías con sustancias que señala el artículo 9, y los productos de construcción de éstas deberán cumplir con lo dispuesto en el artículo 14.

3. Las características y funcionamiento de la instalación interior no deberán contaminar o empeorar la calidad del agua de consumo humano con gérmenes o sustancias que puedan suponer un riesgo para la salud de los consumidores.

Artículo 13. *Inspecciones sanitarias previas de nuevas instalaciones.*

1. En todo proyecto de construcción de una nueva captación, conducción, ETAP, red de abastecimiento o red de distribución (con una longitud mayor a 500 metros), depósito de la red distribución o remodelación de lo existente, la autoridad sanitaria elaborará un informe sanitario vinculante, antes de dos meses tras la presentación de la documentación por parte del gestor.

2. A la puesta en funcionamiento de la nueva instalación, la autoridad sanitaria realizará un informe basado en la inspección y en la valoración y seguimiento, durante el tiempo que crea conveniente, de los resultados analíticos realizados por el gestor, de los parámetros que ésta señale.

3. Estos requisitos se aplicarán a las instalaciones citadas en los artículos 7, 8, 10, 11 y 12, excepto para lo señalado en el apartado 3 del artículo 11 e instalaciones interiores.

Artículo 14. *Productos de construcción en contacto con el agua de consumo humano.*

1. Los productos que estén en contacto con el agua de consumo humano, por ellos mismos o por las prácticas de instalación que se utilicen, no transmitirán al agua de consumo humano sustancias o propiedades que contaminen o empeoren su calidad y supongan un incumplimiento de los requisitos especificados en el anexo I o un riesgo para la salud de la población abastecida.

2. Para los productos de construcción referidos a las actividades descritas en los artículos 10.4, 11 y 12 las autorizaciones para el uso e instalación de estos productos estarán sujetas a las disposiciones que regulará la Comisión Interministerial de Productos de Construcción (CIPC) y, en su caso, por lo dispuesto en el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas, o en el Real Decreto 1078/1993, de 2 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, o cualquier otra legislación o normativa técnica que pudiera ser de aplicación, en lo que no se oponga a lo dispuesto en este Real Decreto.

Artículo 15. *Personal.*

El personal que trabaje en el abastecimiento en tareas en contacto directo con agua de consumo humano deberá cumplir los requisitos técnicos y sanitarios que dispone el Real Decreto 202/2000, de 11 de febrero, por el que se establecen las normas relativas a los manipuladores de alimentos.

Artículo 16. *Laboratorios de control de la calidad del agua de consumo humano.*

1. Todo laboratorio público o privado que realice determinaciones para los análisis de control y análisis completo del autocontrol, vigilancia sanitaria o control en grifo del consumidor deberá implantar un sistema de aseguramiento de la calidad y validarlo ante una unidad externa de control de calidad, que realizará periódicamente una auditoría.

Toda entidad pública o privada que realice dicha auditoría deberá estar acreditada por el organismo competente.

2. Los laboratorios a los que se refiere el apartado 1, si no están acreditados por la UNE-EN ISO/IEC 17025 o la vigente en ese momento para los parámetros realizados en el laboratorio que señala esta disposición, al menos deberán tener la certificación por la UNE-EN ISO 9001 o la vigente en ese momento.

Los laboratorios que superen 5.000 muestras anuales deberán estar acreditados por la UNE-EN ISO/IEC 17025 o la vigente en ese momento para los parámetros que señala esta disposición y con las especificaciones que señala el anexo IV, realizados en dicho laboratorio.

Todo laboratorio acreditado y los laboratorios certificados que gestionen más de 500 muestras al año remitirán a la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo el impreso del anexo III cumplimentado y una fotocopia del alcance de la acreditación o de la certificación.

3. Los métodos de ensayo utilizados por los laboratorios se ajustarán a lo especificado en el anexo IV.

En el seno de la Ponencia de Sanidad Ambiental, dependiente del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, se estudiarán otros métodos de ensayo oficiales distintos de los que figuran en el anexo IV para determinados parámetros cuyos resultados sean tan fiables como los obtenidos con los métodos especificados en dicho anexo, así como los métodos de ensayo para los parámetros del anexo IV, apartado C.

Artículo 17. *Control de la calidad del agua de consumo humano.*

1. En términos generales, en cada abastecimiento se controlarán los parámetros fijados en el anexo I. Cuando la autoridad sanitaria lo disponga se controlarán aquellos parámetros o contaminantes que se sospeche puedan estar presentes en el agua de consumo humano y suponer un riesgo para la salud de los consumidores.

2. El control de la calidad del agua de consumo humano engloba los siguientes apartados:

a) Autocontrol del agua de consumo humano.
b) Vigilancia sanitaria.
c) Control del agua en grifo del consumidor.

3. Todos los resultados derivados del control de la calidad del agua de consumo deberán estar recogidos en un sistema de registro para cada caso, preferiblemente en soporte informático y en concordancia con el Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo.

4. En toda muestra de agua de consumo humano para el autocontrol, vigilancia sanitaria y control en grifo del consumidor, el agua se podrá calificar como:

a) «Apta para el consumo»: cuando no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración 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 o con los valores paramétricos excepcionados por la autoridad sanitaria y sin perjuicio de lo establecido en el artículo 27.7, determinados en el análisis.

b) «No apta para el consumo»: cuando no cumpla con los requisitos del párrafo a). Si un agua «no apta para el consumo» alcanza niveles de uno o varios parámetros cuantificados que la autoridad sanitaria considere que han producido o puedan producir efectos adversos sobre la salud de la población, se calificará como agua «no apta para el consumo y con riesgos para la salud».

Artículo 18. *Autocontrol.*

1. El autocontrol de la calidad del agua de consumo humano es responsabilidad del gestor de cada una de las partes del abastecimiento y velará para que uno o

varios laboratorios realicen los análisis descritos en este artículo.

2. Sin perjuicio de lo que dispone el artículo 6, para el agua de consumo humano suministrada a través de una red de distribución, los gestores tienen la posibilidad de tomar muestras para parámetros concretos dentro del abastecimiento, en puntos distintos a los que se refiere dicho artículo, si se puede demostrar que la validez de los resultados no afecta a la representatividad de la calidad del agua de consumo humano desde la salida de la ETAP o del depósito hasta el punto de entrega al consumidor.

3. Los puntos de muestreo para el autocontrol serán representativos del abastecimiento o partes del mismo y se fijarán por el gestor con la supervisión de la autoridad sanitaria.

A) Para el caso de redes de distribución, se fijarán, al menos, los siguientes puntos de muestreo:

a) 1 a la salida de la ETAP o depósito de cabecera.
b) 1 a la salida del depósito de regulación y/o distribución.
c) 1 en cada uno de los puntos de entrega entre los distintos gestores.
d) 1 en la red de distribución. En los abastecimientos que suministren más de 20.000 m^3/día, el número de puntos de muestreo será de 1 por cada 20.000 m^3 o fracción de agua distribuida por día como media anual.

B) Los puntos de muestreo para el autocontrol de la industria alimentaria serán determinados por ella con la supervisión de la autoridad sanitaria.

C) En el caso de cisternas y depósitos móviles, es responsabilidad del gestor de los mismos y los puntos de muestreo para el autocontrol serán los definidos en el artículo 6 de este Real Decreto.

La autoridad sanitaria podrá requerir el cambio de la localización de los puntos de muestreo determinados por el gestor o de la industria alimentaria, o aumentar su número si no responden a la representatividad necesaria.

4. Los tipos de análisis para el autocontrol son los siguientes:

1.º Examen organoléptico: consiste en la valoración de las características organolépticas del agua de consumo humano en base al olor, sabor, color y turbidez.

2.º Análisis de control: este tipo de análisis tiene por objeto facilitar al gestor y a la autoridad sanitaria la información sobre la calidad organoléptica y microbiológica del agua de consumo humano, así como información sobre la eficacia del tratamiento de potabilización.

A) Parámetros básicos incluidos en este tipo de análisis: olor, sabor, turbidez, color, conductividad, concentración del ión Hidrógeno o pH, amonio, «Escherichia coli» (E. coli) y bacterias coliformes.

B) Parámetros que al menos se determinarán a la salida de la ETAP/depósito de cabecera o en su defecto a la salida del depósito de regulación y/o distribución:

a) Hierro: cuando se utilice como floculante.
b) Aluminio: cuando se utilice como floculante.
c) Recuento de colonias a 22 ºC.
d) «Clostridium perfringens» (incluidas las esporas).

C) Parámetros en función del método de desinfección:

a) Nitrito: cuando se utilice la cloraminación.
b) Cloro libre residual: cuando se utilice el cloro o derivados.
c) Cloro combinado residual: cuando se utilice la cloraminación.

La autoridad sanitaria, si lo considera necesario para salvaguardar la salud de la población abastecida, podrá incluir para cada abastecimiento otros parámetros en el análisis de control.

3.º Análisis completo: tiene por objeto facilitar al gestor y a la autoridad sanitaria la información para determinar si el agua de consumo humano distribuida respeta o no los valores paramétricos definidos en esta disposición. Para ello se determinarán los parámetros del anexo I y los que la autoridad sanitaria considere oportunos para salvaguardar la salud de la población abastecida.

En el caso de los parámetros del análisis completo y tras dos 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 por 100, 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.

5. Cada gestor del abastecimiento o parte del mismo elaborará, antes del 1 de enero de 2005, un protocolo de autocontrol y gestión del abastecimiento. En este protocolo deberá incluirse todo lo relacionado con el control de la calidad del agua de consumo humano y el control sobre el abastecimiento, y deberá estar a disposición de la autoridad sanitaria y en concordancia con el Programa Autonómico de vigilancia sanitaria del agua de consumo humano.

6. Ante la sospecha de un riesgo para la salud de la población, la autoridad sanitaria podrá solicitar al gestor los muestreos complementarios que crea oportunos para salvaguardar la salud de la población.

Artículo 19. *Vigilancia sanitaria.*

La vigilancia sanitaria del agua de consumo humano es responsabilidad de la autoridad sanitaria, quien velará para que se realicen inspecciones sanitarias periódicas del abastecimiento.

Dicha vigilancia a cargo de la autoridad sanitaria correspondiente incluye las zonas de abastecimiento de gestión o de patrimonio del Estado.

La autoridad sanitaria elaborará y pondrá a disposición de los gestores, antes del 1 de enero de 2004, el programa de vigilancia sanitaria del agua de consumo humano para su territorio, que remitirá al Ministerio de Sanidad y Consumo.

Cualquier cambio en el programa, o si se realiza un desarrollo normativo autonómico de esta disposición, deberá notificarse al Ministerio de Sanidad y Consumo.

Artículo 20. *Control en el grifo del consumidor.*

1. Para las aguas de consumo humano suministradas a través de una red de distribución pública o privada, el municipio, o en su defecto otra entidad de ámbito local, tomará las medidas necesarias para garantizar la realización del control de la calidad del agua en el grifo del consumidor y la elaboración periódica de un informe sobre los resultados obtenidos.

2. Los parámetros a controlar en el grifo del consumidor son, al menos:

a) Olor.
b) Sabor.
c) Color.
d) Turbidez.
e) Conductividad
f) pH.
g) Amonio.

h) Bacterias coliformes.
i) «Escherichia coli» (E. coli).
j) Cobre, cromo, níquel, hierro, plomo u otro parámetro: cuando se sospeche que la instalación interior tiene este tipo de material instalado.
k) Cloro libre residual y/o cloro combinado residual: cuando se utilice cloro o sus derivados para el tratamiento de potabilización del agua.

En caso de incumplimiento de los valores paramétricos, se tomará una muestra en el punto de entrega al consumidor.

Artículo 21. *Frecuencia de muestreo.*

1. El número mínimo de muestras en el autocontrol deberá ser representativo del abastecimiento o partes de éste y de la industria alimentaria, distribuidos uniformemente a lo largo de todo el año.

a) 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.
b) La frecuencia de muestreo del desinfectante residual podrá incrementarse cuando la autoridad sanitaria lo estime necesario.
c) El examen organoléptico se realizará al menos dos veces por semana y siempre y cuando no se realice otro tipo de análisis en ese período.

La autoridad sanitaria, cuando juzgue que pudiera existir un riesgo para la salud de la población, velará para que el gestor incremente la frecuencia de muestreo para aquellos parámetros que ésta considere oportunos.
2. La frecuencia de muestreo para cisternas y depósitos móviles se señalará en cada caso por la autoridad sanitaria.
3. El número de muestras anuales recogidas en el grifo del consumidor será, al menos, la que señala el anexo V.

Artículo 22. *Situaciones de excepción a los valores paramétricos fijados.*

El gestor podrá solicitar a la Administración sanitaria la autorización de situaciones de excepción temporal con respecto a los valores paramétricos fijados cuando el incumplimiento de un valor paramétrico de un determinado parámetro de la parte B del anexo I en un abastecimiento dado, se ha producido durante más de 30 días en total durante los últimos 12 meses y cuando el suministro de agua de consumo humano no se pueda mantener de ninguna otra forma razonable. La autoridad sanitaria establecerá un nuevo valor paramétrico, siempre que la excepción no pueda constituir un peligro para la salud de la población abastecida.
La Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo gestiona el Censo Nacional de las situaciones de excepción autorizadas por la autoridad sanitaria.

Artículo 23. *Autorización de excepción.*

1. El gestor presentará a la autoridad sanitaria la solicitud que constará, al menos, de:

a) Copia del escrito del gestor al municipio, en su caso, comunicando la solicitud de autorización de la excepción.
b) La solicitud, que se ajustará al modelo de impreso recogido en la parte A del anexo VI.
c) Original y copia de un «informe documental» con los apartados siguientes:

1.º Resultados del parámetro de los seis últimos meses.
2.º Informe sobre la causa de la solicitud, justificado, si procede, con un dictamen técnico.
3.º Informe justificando que no se puede mantener el suministro de agua de ninguna otra forma razonable.
4.º Comunicado y forma de transmisión a la población afectada de la situación de excepción.
5.º Programa de muestreo específico incrementando la frecuencia de muestreo para ese abastecimiento para el período solicitado.
6.º Plan de medidas correctoras, disposiciones para la evaluación del plan, cronograma de trabajo y estimación del coste.

2. La autoridad sanitaria tendrá un plazo de dos meses para notificar la autorización de la solicitud, a partir de la entrada de la documentación en el registro del órgano competente para su tramitación.
3. Una vez autorizada la excepción la autoridad sanitaria tendrá 15 días hábiles para comunicar la autorización de excepción a la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo. La comunicación se realizará en el modelo de impreso recogido en la parte B del anexo VI y, si se trata de un abastecimiento que distribuya al día más de 1.000 m^3 como media anual, se acompañará de un ejemplar del «informe documental» aportado junto al listado de industrias alimentarias pertinentes afectadas.
4. El Ministerio de Sanidad y Consumo notificará, a la Comisión Europea, conforme la normativa comunitaria vigente, la autorización de excepción, de abastecimientos que distribuyan al día más de 1.000 m^3 como media anual.
5. Las excepciones deberán estar limitadas al menor tiempo posible y no excederán de tres años, al final de los cuales el solicitante presentará a la autoridad sanitaria un «estudio de situación» y el coste total de las medidas adoptadas.
6. Una vez autorizada la excepción, el gestor comunicará a los consumidores y a los otros gestores afectados del abastecimiento la nueva situación de excepción y, en coordinación con la autoridad sanitaria, facilitará recomendaciones sanitarias a la población en general y específicamente a aquellos grupos de población para los que la excepción pudiera representar un riesgo para su salud.
El plazo de comunicación no será superior a dos días a partir del día en que le sea notificada la autorización.

Artículo 24. *Primera prórroga de excepción.*

1. Cuando los tres años no hayan sido suficientes para resolver la causa que motivó la solicitud de excepción, el gestor podrá solicitar una prórroga de la excepción a la autoridad sanitaria.
En este caso, dos meses antes de que finalice el primer período autorizado, deberá presentar:

a) Copia del escrito del gestor al municipio, en su caso, comunicando la solicitud de prorroga.
b) La solicitud, que se ajustará al modelo de impreso recogido en la parte A del anexo VI.
c) Original y copia de un nuevo «informe documental» actualizado.

Al finalizar el primer período autorizado, el gestor remitirá a la autoridad sanitaria original y copia del «estudio de situación» elaborado, que recogerá los progresos realizados desde la autorización.

2. La autoridad sanitaria tendrá un plazo de dos meses para notificar la autorización de la solicitud, a partir de la entrada de la documentación en el registro del órgano competente para su tramitación.

Esta prórroga de excepción no podrá exceder de tres años.

A partir de la autorización de la prórroga se seguirá la misma tramitación que lo previsto en los apartados 3, 4, 5 y 6 del artículo 23.

Artículo 25. *Segunda prórroga de excepción.*

1. En circunstancias excepcionales, cuando no haya sido corregida la causa que motivó la solicitud en los dos períodos autorizados, el gestor podrá solicitar una segunda prórroga que, con informes favorables del municipio, en su caso, y de la autoridad sanitaria, el Ministerio de Sanidad y Consumo tramitará la solicitud a la Comisión Europea por un período no superior a tres años.

2. En este caso, tres meses antes de que finalice el segundo período autorizado, el gestor deberá presentar a la autoridad sanitaria la siguiente documentación:

a) Copia del escrito del gestor al municipio, en su caso, comunicando la solicitud de la segunda prórroga.

b) La solicitud, que se ajustará al modelo de impreso recogido en la parte A del anexo VI.

c) Original y copia de un nuevo «informe documental» actualizado.

Al finalizar el segundo período autorizado, el gestor remitirá a la autoridad sanitaria original y copia del nuevo «estudio de situación».

3. La autoridad sanitaria remitirá a la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo la solicitud, el «informe documental» y el «estudio de situación», acompañados de un informe técnico de la autoridad sanitaria justificativo de la tramitación de la solicitud de la segunda prórroga de la autorización de excepción.

4. El Ministerio de Sanidad y Consumo, en coordinación con la autoridad sanitaria, el gestor y el municipio, en su caso, elaborarán un informe sobre la necesidad de una segunda prórroga que se remitirá a la Comisión Europea junto al resto de la documentación.

5. El Ministerio de Sanidad y Consumo notificará la decisión de la Comisión Europea a la autoridad sanitaria, al gestor y al municipio en un plazo no superior a una semana.

La comunicación a los consumidores y a los otros gestores afectados del abastecimiento de esta segunda prórroga de excepción se realizará según lo previsto en el apartado 6 del artículo 23.

Artículo 26. *Situación de excepción de corta duración.*

1. Cuando se prevea que con las medidas correctoras pueda resolverse el problema en un plazo máximo de 30 días y cuando el incumplimiento del valor paramétrico sea considerado por la autoridad sanitaria como insignificante, el gestor solicitará a la autoridad sanitaria la autorización de excepción de corta duración, siempre que el valor propuesto no pueda constituir un peligro para la salud humana.

2. La solicitud de autorización de excepción de corta duración constará, al menos, de:

a) La solicitud, que se ajustará al modelo de impreso recogido en la parte A del anexo VI.

b) Plan de medidas correctoras con el cronograma de trabajo previsto.

c) Propuesta de comunicado para transmitir a la población afectada la situación.

3. La autoridad sanitaria tendrá un plazo de 10 días para notificar la autorización de la solicitud, a partir de la entrada de la documentación en el registro del órgano competente para su tramitación.

4. Una vez autorizada la excepción y notificada al gestor, éste comunicará antes de las 24 horas, a los consumidores y a los otros gestores afectados la nueva situación, y facilitará, en coordinación con la autoridad sanitaria, recomendaciones sanitarias a la población o a grupos de población para los que dicha excepción pudiera representar un riesgo para la salud.

Artículo 27. *Incumplimientos y medidas correctoras y preventivas.*

1. Cualquier incumplimiento detectado en el abastecimiento o en la calidad del agua de consumo humano, por el gestor, el municipio, el titular de la actividad o la autoridad sanitaria, deberá ser confirmado.

Esta confirmación se realizará, cuando sea necesario, con la toma de una muestra de agua antes de las 24 horas de haberse detectado el incumplimiento.

2. Tras la confirmación del incumplimiento, el gestor o el titular de la actividad, si existe una actividad pública o comercial o el municipio, en el caso de domicilios particulares, investigarán inmediatamente el motivo del mismo, dejando constancia de ello en un libro de incidencias, y notificarán antes de 24 horas a la autoridad sanitaria las características de la situación con un impreso que se ajustará al modelo recogido en el anexo VII y por el medio de transmisión que ésta determine para los parámetros contemplados en las partes A, B y D del anexo I.

En el caso de los parámetros de la parte C del anexo I, la comunicación se realizará semanalmente.

3. Una vez notificado el incumplimiento a la autoridad sanitaria o el detectado por ella, ésta valorará la apertura o no de una «situación de alerta».

La autoridad sanitaria estimará la importancia del incumplimiento, la repercusión sobre la salud de la población afectada y la realización de un estudio de evaluación del riesgo debido al episodio de incumplimiento, si lo considera necesario.

4. En cada situación de alerta o incumplimiento, la autoridad sanitaria valorará la posibilidad de prohibir el suministro o el consumo de agua, restringir el uso, aplicar técnicas de tratamiento apropiadas para modificar la naturaleza o las propiedades del agua antes de su suministro, con el fin de reducir o eliminar el riesgo del incumplimiento y la presentación de riesgos potenciales para la salud de la población.

5. El gestor, el municipio o el propietario del inmueble con actividad pública o comercial comunicará la situación de alerta, las medidas correctoras y preventivas a los consumidores y a los otros gestores afectados, antes de las 24 horas tras la valoración de la autoridad sanitaria.

Además, transmitirán, en coordinación con la autoridad sanitaria, las recomendaciones sanitarias para la población o grupos de población para los que el incumplimiento pudiera representar un riesgo para la salud.

6. Una vez tomadas las medidas correctoras, el gestor o el propietario del inmueble o el municipio realizarán una nueva toma de muestra en el punto que hubiera tenido lugar el problema para verificar la situación de normalidad y lo informarán a la autoridad sanitaria que valorará el cierre de la «situación de alerta», comunicándolo a los consumidores y los otros gestores afectados en un plazo de 24 horas.

7. En el caso de incumplimiento de parámetros del anexo I, parte C, la autoridad sanitaria valorará la calificación del agua como «apta o no apta para el consumo humano» en función del riesgo para la salud.

Artículo 28. *Régimen sancionador.*

Sin perjuicio de otra normativa que pudiera resultar de aplicación, las infracciones contra lo dispuesto en el presente Real Decreto constituirán infracción administrativa en materia de sanidad, de acuerdo con lo tipificado en el capítulo VI del Título I de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, y serán objeto de sanción administrativa, previa la instrucción del oportuno expediente administrativo.

Artículo 29. *Información al consumidor.*

La información dada a los consumidores deberá ser puntual, suficiente, adecuada y actualizada sobre todos y cada uno de los aspectos descritos en este Real Decreto, a través de los medios de comunicación previstos por cada una de las Administraciones implicadas y los gestores del abastecimiento.

Artículo 30. *Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo.*

1. El Ministerio de Sanidad y Consumo establece un sistema de información relativo a las zonas de abastecimiento y control de la calidad del agua de consumo humano denominado Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo (SINAC).

La utilización y suministro de datos en soporte informático al SINAC será obligatorio para todas las partes implicadas en el suministro de agua de consumo humano contempladas en esta disposición.

El gestor, el municipio y la autoridad sanitaria velarán para que los datos generados en el autocontrol, vigilancia sanitaria o control en grifo del consumidor, estén recogidos en el SINAC.

2. La Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo coordinará el SINAC según lo especificado en los párrafos siguientes:

a) Se constituirá un Comité Técnico para el mantenimiento y vigilancia de la aplicación, el cual responderá de la definición y explotación de la información y estará formado por representantes de los usuarios de los niveles básico, autonómico y ministerial.

b) El SINAC será de aplicación a los siguientes agentes y organismos que intervienen en el sistema:

1.º Municipios.
2.º Gestores del abastecimiento o partes del mismo.
3.º Autoridades sanitarias autonómicas.
4.º Ministerio de Sanidad y Consumo.

c) La unidad de información del SINAC es la zona de abastecimiento.

d) El SINAC se estructura en tres niveles, cada uno con las siguientes funcionalidades:

1.º Nivel básico: captura y carga de datos básicos; depuración y validación interna de los datos; consultas; salidas; explotación de sus propios datos; administración del acceso a usuarios básicos propios. La información de los niveles básicos se agrega en el nivel autonómico del que dependen.

2.º Nivel autonómico: captura y carga de datos autonómicos; consultas; salidas; explotación de sus propios datos; administración del acceso a usuarios autonómicos y básicos. La información de los niveles autonómicos se agrega en el nivel ministerial.

3.º Nivel ministerial: carga de datos ministeriales, consultas, salidas, explotación estadística de ámbito nacional, difusión de la información a organismos nacionales e internacionales, administración del acceso a usuarios ministeriales.

Existirá un administrador de la aplicación que administrará con los siguientes criterios: usuarios, grupos de usuarios (comunidades autónomas, provincias, niveles, entidades, funciones y campos), tablas, ficheros de intercambio, parametrizaciones, etc.

Cada unidad de trabajo de cada nivel puede acceder a la totalidad de la propia información que haya generado o que le afecte, pero no a la información individualizada de otras unidades, y será responsable de su información que no podrá ser modificada por otra unidad de igual o diferente nivel.

e) La información del SINAC se divide en 10 entidades de información:

1.º Caracterización de la zona de abastecimiento.
2.º Captaciones.
3.º Tratamiento de potabilización.
4.º Depósitos y cisternas.
5.º Redes de distribución.
6.º Laboratorios.
7.º Muestreos o boletines analíticos.
8.º Situaciones de incumplimiento y/o alerta.
9.º Situaciones de excepción.
10. Inspecciones sanitarias.

Los datos básicos de cada una de las entidades podrán ser modificados por acuerdos del Comité Técnico.

f) La información de este sistema se tratará de forma escalonada, estructurándola según entidades de información (bloques o grupos homogéneos de información); estas entidades en campos (apartados o atributos); y algunos de estos campos en tablas (variables, categorías o contenidos de campo).

g) Para las entidades públicas o privadas que dispongan de sus propios sistemas de información, se declarará la estructura interna de la información contenida en el SINAC de forma que puedan transferir los datos relativos a los boletines de análisis al sistema mediante un fichero de intercambio.

3. El desarrollo de este artículo se llevará a cabo mediante Orden del Ministro de Sanidad y Consumo.

Disposición adicional primera. *Programas nacionales.*

Se planificarán programas de ámbito nacional de vigilancia epidemiológica y sanitaria destinados a prevenir riesgos específicos para la salud humana asociados al consumo de agua.

Los programas nacionales se planificarán, desarrollarán y evaluarán por el Ministerio de Sanidad y Consumo en coordinación con los órganos competentes de las comunidades autónomas, en el seno de la Ponencia de Sanidad Ambiental, dependiente del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, a propuesta de la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo, en base a los avances científicos y técnicos.

Disposición adicional segunda. *Muestreo de la radiactividad.*

La Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo publicará, antes de cinco años desde la entrada en vigor de esta disposición, los muestreos, frecuencias, tipos de análisis y métodos de ensayo para la determinación de los parámetros correspondientes a la radiactividad.

Hasta la publicación del muestreo para la determinación de la radiactividad, la autoridad sanitaria podrá

disponer, dentro de su territorio, que se determinen los parámetros descritos para la radiactividad en aquel abastecimiento que se sospeche que los niveles en agua puedan entrañar un riesgo para la salud de la población abastecida.

Disposición adicional tercera. *Muestreo de los parámetros relacionados con los materiales.*

Para los casos del cromo, cobre, níquel, plomo y cualquier otro parámetro que la autoridad sanitaria considere que pudiera estar relacionado con los materiales en contacto con el agua de consumo humano, la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo establecerá un método de muestreo armonizado y lo publicará antes de cinco años desde la entrada en vigor de esta disposición.

Estos métodos de recogida de muestras deberán lograr que los valores aplicados para el control adecuado para estos parámetros relacionados con los materiales de las instalaciones interiores sean los obtenidos como valor medio semanal ingerido por los consumidores obtenidos de muestreos adecuados en grifo del consumidor y de forma representativa.

Disposición adicional cuarta. *Protocolos sanitarios.*

La Ponencia de Sanidad Ambiental elaborará, antes de enero de 2005, recomendaciones sanitarias para las situaciones más frecuentes de incumplimientos e incidencias, que servirán de orientación a la autoridad sanitaria y al gestor para los estudios de evaluación del riesgo, recomendaciones sanitarias y medidas correctoras y preventivas, medidas de protección; así mismo publicará directrices para la transmisión de la información al consumidor sobre las aguas de consumo humano, sus instalaciones y demás información a que se refiere este Real Decreto.

Disposición adicional quinta. *Informes de síntesis.*

Las comunidades autónomas publicarán periódicamente un informe sobre la calidad del agua de consumo humano y las características de las zonas de abastecimiento de su territorio, con el formato y contenido que cada una de ellas decida y en base al SINAC.

La Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo publicará, anualmente, un informe nacional sobre la calidad del agua de consumo humano y las características de las zonas de abastecimiento en base al SINAC, que se remitirá una vez publicado a la Comisión Europea.

Disposición adicional sexta. *Revisión de los criterios de calidad.*

Al menos cada cinco años, la Ponencia de Sanidad Ambiental revisará los criterios de calidad del agua de consumo humano y los requisitos sanitarios de las instalaciones, a tenor del progreso científico y técnico y formulará propuestas de modificaciones cuando sea necesario.

Disposición transitoria primera. *Actualización de instalaciones.*

Con anterioridad al 1 de enero de 2004 se llevarán a cabo la adecuación de los tratamientos de potabilización, previstos en el artículo 10, las medidas de protección, previstas en los artículos 7.4, 8.2 y 11.2, y la implantación del sistema de aseguramiento de calidad en los laboratorios que realicen el análisis de control y completo del autocontrol, vigilancia sanitaria y control en grifo del consumidor, previsto en el artículo 16.

Antes del 1 de enero de 2012 se llevarán a cabo las reformas y adaptaciones necesarias en las redes de distribución pública o privadas y las instalaciones interiores de edificios públicos y establecimientos con actividad pública o comercial, derivadas de las exigencias incorporadas en los artículos 8, 11, 12 y 14 y en el anexo I de este Real Decreto.

Disposición transitoria segunda. *Muestreo de instalaciones interiores.*

La autoridad sanitaria velará para que la administración local antes del 1 de enero del 2012 muestree el agua de consumo humano, en campañas periódicas, en locales, establecimientos públicos o privados y domicilios particulares, representativos de cada abastecimiento, construidos con anterioridad a 1980, con especial atención a la determinación de los parámetros relacionados con los materiales instalados en las instalaciones interiores y aquellos relacionados con el mal mantenimiento de la instalación interior que pudieran representar un riesgo para la salud.

Disposición transitoria tercera. *Cumplimiento con los valores paramétricos.*

A la entrada en vigor de este Real Decreto todo abastecimiento deberá cumplir con los requisitos relativos a los valores paramétricos en él fijados, excepto para: antimonio, arsénico, benceno, bromato, 1,2-dicloroetano, microcistina, níquel, plomo, tetracloroeteno, tricloroeteno y trihalometanos, para estos parámetros, los plazos de cumplimiento serán los establecidos en la parte B del anexo I.

Disposición transitoria cuarta. *Censos de sustancias para el tratamiento del agua y de productos de construcción en contacto con el agua de consumo humano.*

Las empresas que comercialicen cualquier sustancia para el tratamiento del agua de consumo humano o productos de construcción en contacto con el agua de consumo humano deberán remitir, a la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo, el impreso que figura en el anexo VIII o en el anexo IX, en el plazo de tres meses a partir de la entrada en vigor de este Real Decreto. Con ello se elaborará un censo de sustancias para el tratamiento del agua y un censo de productos de construcción en contacto con el agua de consumo humano.

El Ministerio de Sanidad y Consumo actualizará dichos censos.

Disposición transitoria quinta. *Autorizaciones de excepción vigentes.*

La autoridad sanitaria revisará y actualizará las autorizaciones de excepción vigentes a la entrada en vigor de este Real Decreto, comunicando antes de seis meses a la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo las que permanezcan autorizadas con base en artículo 23 y correspondan a zonas de abastecimiento que suministren más de 1.000 m^3 de agua de consumo humano por día.

Disposición transitoria sexta. *Usuarios del SINAC.*

A partir del 1 de junio de 2003 los usuarios ligados a zonas de abastecimiento con más de 500 habitantes podrán solicitar el alta como usuarios del SINAC a sus administradores autonómicos y a partir del 1 de enero de 2004 para el resto de los usuarios de zonas de abastecimiento menores.

Disposición derogatoria única. *Derogación normativa.*

Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo establecido en el presente Real Decreto y en particular el Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público.

Disposición final primera. *Habilitación normativa.*

Se faculta conjuntamente a los Ministros de Sanidad y Consumo, de Agricultura, Pesca y Alimentación, de Medio Ambiente, de Economía y de Ciencia y Tecnología para dictar, en el ámbito de sus respectivas competencias, las disposiciones necesarias para el desarrollo de lo establecido en el presente Real Decreto.

Disposición final segunda. *Título competencial.*

El presente Real Decreto, que tiene carácter de norma básica, se dicta al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.16.ª de la Constitución y de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 18.6, 19.2, 23, 24, 40.2, 40.13 y en la disposición adicional segunda de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.

Disposición final tercera. *Entrada en vigor.*

El presente Real Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, a 7 de febrero de 2003.

JUAN CARLOS R.

El Vicepresidente Primero del Gobierno
y Ministro de la Presidencia,
MARIANO RAJOY BREY

ANEXO I

Parámetros y valores paramétricos

A. *Parámetros microbiológicos*

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
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	1 y 2

Notas:

(1) Cuando la determinación sea positiva y exista una turbidez mayor 5 UNF se determinarán, en la salida de ETAP o depósito, si la autoridad sanitaria lo considera oportuno, «Cryptosporidium» u otros microorganismos o parásitos.

(2) Hasta el 1 de enero de 2004 se podrá determinar «Clostridium» sulfito reductor en vez de «Clostridium perfringens». Las condiciones descritas en la nota 1 y el valor paramétrico serán los mismos para ambos.

B.1 *Parámetros químicos*

Parámetro	Valor paramétrico		Notas
4. Antimonio	5,0	µg/l	
Hasta el 31/12/2003	10,0	µg/l	
5. Arsénico	10	µg/l	
Hasta el 31/12/2003	50	µg/l	
6. Benceno	1,0	µg/l	
Hasta el 31/12/2003	—	µg/l	
7. Benzo(α)pireno	0,010	µg/l	
8. Boro	1,0	mg/l	
9. Bromato:			1
A partir de 01/01/2009	10	µg/l	
De 01/01/2004 a 31/12/2008	25	µg/l	
Hasta el 31/12/2003	—	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	
Hasta el 31/12/2003	—	µg/l	
15. Fluoruro	1,5	mg/l	
16. Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPA)	0,10	µg/l	
Suma de:			
Benzo(b)fluoranteno		µg/l	
Benzo(ghi)perileno		µg/l	
Benzo(k)fluoranteno		µg/l	
Indeno(1,2,3-cd)pireno		µg/l	
17. Mercurio	1,0	µg/l	
18. Microcistina	1	µg/l	2
Hasta el 31/12/2003	—	µg/l	
19. Níquel	20	µg/l	
Hasta el 31/12/2003	50	µg/l	
20. Nitrato	50	mg/l	3
21. Nitritos:			3 y 4
Red de distribución	0,5	mg/l	
En la salida de la ETAP/depósito	0,1	mg/l	
22. Total de plaguicidas	0,50	µg/l	5 y 6
23. Plaguicida individual	0,10	µg/l	6
Excepto para los casos de:			
Aldrín	0,03	µg/l	
Dieldrín	0,03	µg/l	
Heptacloro	0,03	µg/l	
Heptacloro epóxido	0,03	µg/l	
24. Plomo:			
A partir de 01/01/2014	10	µg/l	
De 01/01/2004 a 31/12/2013	25	µg/l	
Hasta el 31/12/2003	50	µg/l	

Parámetro	Valor paramétrico		Notas
25. Selenio	10	µg/l	
26. Trihalometa nos (THMs): Suma de:			7 y 8
A partir de 01/01/2009	100	µg/l	
De 01/01/2004 a 31/12/2008	150	µg/l	
Hasta el 31/12/2003	—	µg/l	
Bromodiclorometano		µg/l	
Bromoformo		µg/l	
Cloroformo		µg/l	
Dibromoclorometano		µg/l	
27. Tricloroeteno + Tetracloroeteno	10	µg/l	
Hasta el 31/12/2003	—	µg/l	
Tetracloroeteno		µg/l	
Tricloroeteno		µg/l	

Notas:

(1) Se determinará cuando se utilice el ozono en el tratamiento de potabilización y se determinará al menos a la salida de la ETAP.

(2) Sólo se determinará cuando exista sospecha de eutrofización en el agua de la captación, se realizará determinación de microcistina a la salida de la ETAP o depósito de cabecera.

(3) Se cumplirá la condición de que [nitrato]/50 + [nitrito]/3 < 1. Donde los corchetes significan concentraciones en mg/l para el nitrato (NO_3) y para el nitrito (NO_2).

(4) Se determinará cuando se utilice la cloraminación como método de desinfección.

(5) Suma de todos los plaguicidas definidos en el apartado 10 del artículo 2 que se sospeche puedan estar presentes en el agua.

(6) Las comunidades autónomas velarán para que se adopten las medidas necesarias para poner a disposición de la autoridad sanitaria y de los gestores del abastecimiento el listado de plaguicidas fitosanitarios utilizados mayoritariamente en cada una de las campañas contra plagas del campo y que puedan estar presentes en los recursos hídricos susceptibles de ser utilizados para la producción de agua de consumo humano.

(7) Se determinará cuando se utilice el cloro o sus derivados en el tratamiento de potabilización.

Si se utiliza el dióxido de cloro, se determinarán cloritos a la salida de la ETAP o depósito de cabecera.

(8) En los casos de que los niveles estén por encima del valor paramétrico, se determinarán: 2,4,6-triclorofenol u otros subproductos de la desinfección a la salida de la ETAP o depósito de cabecera.

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

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
28. Acrilamida	0,10 µg/l	1
29. Epiclorhidrina	0,10 µg/l	1
30. Cloruro de vinilo	0,50 µg/l	1

Nota:

(1) Estos valores paramétricos corresponden a la concentración monomérica residual en el agua, calculada con arreglo a las características de la migración máxima del polímero correspondiente en contacto con el agua.

La empresa que comercialice estos productos presentará a los gestores del abastecimiento y a los instaladores de las instalaciones interiores la documentación que acredite la migración máxima del producto comercial en contacto con el agua de consumo utilizado según las especificaciones de uso del fabricante.

C. *Parámetros indicadores*

Parámetro	Valor paramétrico		Notas
31. Bacterias coliformes	0 UFC	En 100 ml	
32. Recuento de colonias a 22 ºC			
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	1
36. Cloro combinado residual	2,0	mg/l	2, 3 y 4
37. Cloro libre residual	1,0	mg/l	2 y 3
38. Cloruro	250	mg/l	
39. Color	15	mg/l Pt/Co	
40. Conductividad	2.500	µS/cm^{-1} a 20 ºC	5
41. Hierro	200	µg/l	
42. Manganeso	50	µg/l	
43. Olor	3 a 25 ºC	Índice de dilución	
44. Oxidabilidad	5,0	mg O_2/l	1
45. pH:			5 y 6
Valor paramétrico mínimo	6,5	Unidades de pH	
Valor paramétrico máximo	9,5	Unidades de pH	
46. Sabor	3 a 25 ºC	Índice de dilución	
47. Sodio	200	mg/l	

Parámetro	Valor paramétrico		Notas
48. Sulfato	250	mg/l	
49. Turbidez:			
A la salida de ETAP y/o depósito	1	UNF	
En red de distribución	5	UNF	

Notas:

(1) En abastecimientos mayores de 10.000 m^3 de agua distribuida por día se determinará carbono orgánico total, en el resto de los casos, oxidabilidad.

(2) Los valores paramétricos se refieren a niveles en red de distribución. La determinación de estos parámetros se podrá realizar también «in situ».

En el caso de la industria alimentaria, este parámetro no se contemplará en el agua de proceso.

(3) Se determinará cuando se utilice el cloro o sus derivados en el tratamiento de potabilización.

Si se utiliza el dióxido de cloro se determinarán cloritos a la salida de la ETAP.

(4) Se determinará cuando se utilice la cloraminación como método de desinfección.

(5) El agua en ningún momento podrá ser ni agresiva ni incrustante. El resultado de calcular el Índice de Langelier debería estar comprendido entre +/— 0,5.

(6) Para la industria alimentaria, el valor mínimo podrá reducirse a 4,5 unidades de pH.

D. *Radiactividad*

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
50. Dosis indicativa total	0,10 mSv/año	1
51. Tritio	100 Bq/l	
52. Actividad α total	0,1 Bq/l	
53. Actividad β total	1 Bq/l	2

Notas:

(1) Excluidos el tritio, el potasio^{40}, el radón y los productos de desintegración del radón.

(2) Excluidos el potasio^{40} y el tritio.

ANEXO II

Normas UNE-EN de sustancias utilizadas en el tratamiento del agua de consumo humano

Código de Norma	Sustancias o preparado
UNE-EN 13194:2001	Ácido acético.
UNE-EN 939:2000	Ácido clorhídrico.
UNE-EN 974:1998	Ácido fosfórico.
UNE-EN 899:1997	Ácido sulfúrico.
UNE-EN 1405:1998	Alginato de sodio.
UNE-EN 1406:1998	Almidones modificados.
UNE-EN 882:1997	Aluminato de sodio.
UNE-EN 12905:2000	Aluminosilicato expandido.
UNE-EN 12126:1999	Amoníaco licuado.
UNE-EN 12122:1999	Amoníaco.
UNE-EN 12909:2000	Antracita.
UNE-EN 12911:2000	Arena verde de manganeso.
UNE-EN 12912:2000	Barita.
UNE-EN 1204:1998	Bis-dihidrogenofosfato de calcio.
UNE-EN 12518:2000	Cal.
UNE-EN 12903:2000	Carbón activo en polvo.
UNE-EN 12915:2000	Carbón activo granulado.
UNE-EN 12907:2000	Carbón pirolizado.
UNE-EN 1018:1998	Carbonato de calcio.
UNE-EN 897:1999	Carbonato de sodio.
UNE-EN 938:2000	Clorito de sodio.
UNE-EN 937:1999	Cloro.
UNE-EN 891:1999	Clorosulfato de hierro (III).
UNE-EN 881:1997	Cloruro de aluminio, hidroxicloruro de aluminio e hidroxiclorosulfato de aluminio (monómeros).
UNE-EN 1421:1996	Cloruro de amonio.
UNE-EN 888:1999	Cloruro de hierro (III).
UNE-EN 1201:1998	Dihidrogenofosfato de potasio.
UNE-EN 1198:1998	Dihidrogenofosfato de sodio.
UNE-EN 1205:1998	Dihidrogenopirofosfato de sodio.
UNE-EN 1019:1996	Dióxido de azufre.
UNE-EN 936:1998	Dióxido de carbono.
UNE-EN 12671:2000	Dióxido de cloro.
UNE-EN 12121:1999	Disulfito de sodio.
UNE-EN 1017:1998	Dolomita semi-calcinada.
UNE-EN 13176:2001	Etanol.
UNE-EN 12173:1999	Fluoruro de sodio.
UNE-EN 1203:1998	Fosfato tripotásico.
UNE-EN 1200:1998	Fosfato trisódico.
UNE-EN 12910:2000	Granate.
UNE-EN 898:1998	Hidrogenocarbonato de sodio.
UNE-EN 12120:1999	Hidrogenosulfito de sodio.
UNE-EN 1202:1998	Hidrogenofosfato de potasio.
UNE-EN 1199:1998	Hidrogenofosfato de sodio.
UNE-EN 896:1999	Hidróxido de sodio.
UNE-EN 900:2000	Hipoclorito de calcio.
UNE-EN 901:2000	Hipoclorito de sodio.
UNE-EN 12901:2000	Materiales inorgánicos de filtración y soporte.
UNE-EN 12876:2000	Oxígeno.
UNE-EN 1278:1999	Ozono.
UNE-EN 12914:2000	Perlita en polvo.
UNE-EN 12672:2001	Permanganato de potasio.
UNE-EN 902:2000	Peróxido de hidrógeno.
UNE-EN 12926:2001	Peroxodisulfato de sodio.
UNE-EN 12678:2000	Peroxomonosulfato de potasio.
UNE-EN 12906:2000	Piedra pómez.
UNE-EN 1207:1998	Pirofosfato tetrapotásico.
UNE-EN 1206:1998	Pirofosfato tetrasódico.
UNE-EN 1408:1998	Poli(cloruro de dialildimetilamonio).
UNE-EN 1407:1998	Poliacrilamidas aniónicas y no iónicas.
UNE-EN 1410:1998	Poliacrilamidas catiónicas.
UNE-EN 1409:1998	Poliaminas.
UNE-EN 1208:1998	Polifosfato de sodio y calcio.
UNE-EN 1212:1998	Polifosfato de sodio.
UNE-EN 883:1997	Polihidroxicloruro de aluminio y polihidroxiclorosulfato de aluminio.
UNE-EN 12933:2000	Ácido tricloroisocianúrico *.

Código de Norma	Sustancias o preparado
UNE-EN 12931:2000	Dicloroisocianurato de sodio, anhidro *.
UNE-EN 12932:2000	Dicloroisocianurato de sodio, dihidratado *.
UNE-EN 1209:1998	Silicato de sodio.
UNE-EN 878:1997	Sulfato de aluminio.
UNE-EN 12123:1999	Sulfato de amonio.
UNE-EN 12386:1999	Sulfato de cobre.
UNE-EN 889:1999	Sulfato de hierro (II).
UNE-EN 890:1999	Sulfato de hierro (III).
UNE-EN 12124:1999	Sulfito de sodio.
UNE-EN 12913:2000	Tierra de diatomeas en polvo.
UNE-EN 12125:1999	Tiosulfato de sodio.
UNE-EN 1211:1998	Tripolifosfato de potasio.
UNE-EN 1210:1998	Tripolifosfato de sodio.

* Productos químicos utilizados en caso de urgencia.

ANEXO III

Laboratorios de control de la calidad del agua de consumo humano

1. Laboratorio:

a) Nombre.
b) Dirección.
c) CP/Ciudad.
d) Teléfono.
e) Fax.
f) Correo electrónico.

2. Tipo de aseguramiento de la calidad:

a) Acreditación por la UNE-EN ISO/IEC 17025 (o 45001).
b) Certificación por la UNE EN ISO 9001.

3. Características de la acreditación y/o certificación:

a) Acreditación o certificación número.
b) Fecha de la obtención de la acreditación o de la certificación.
c) Fecha de la última renovación.
d) Sólo en el caso de acreditación, señalar los parámetros para los cuales se está acreditado.

4. Adjuntar aparte la fotocopia del alcance de acreditación o de la certificación.

Fecha y firma

Dirigir a:

Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo.

ANEXO IV

Métodos de ensayos

A. Parámetros para los que se especifican métodos de ensayo:

Los siguientes métodos de ensayo se dan ya sea como referencia, en los casos de métodos UNE, ISO o CEN, o como guía, en espera de la posible adopción de nuevos métodos nacionales para dichos parámetros.

Los laboratorios podrán emplear métodos alternativos, siempre que estén validados o acreditados o se haya demostrado su equivalencia y se cumpla lo dispuesto en el artículo 16.3.

Bacterias coliformes y «Escherichia coli» (E.coli): UNE EN ISO 9308-1:2000.

Enterococos: UNE EN ISO 7899-2:2001.

Enumeración de microorganismos cultivables-Recuento de colonias a 22 ºC: UNE EN ISO 6222:1999.

«Clostridium perfringens» (incluidas las esporas)

Filtrado sobre membrana e incubación anaerobia de la membrana en agar m-CP (nota 1) a (44 +/— 1) ºC durante (21 +/— 3) horas. Recuento de las colonias de color amarillo opaco que cambien a color rosa o rojo al cabo de 20 a 30 segundos de exposición a vapores de hidróxido amónico.

Nota 1.

La composición del agar m-CP es:

Medio de base:

Triptosa: 30 g.
Extracto de levadura: 20 g.
Sacarosa: 5 g.
Hidrocloruro de L-cisteína: 1 g.
$MgSO_4$-$7H_2O$: 0,1 mg.
Púrpura de bromocresol: 40 mg.
Agar: 15 g.
Agua: 1.000 ml.

Disolver los ingredientes en el medio de base, ajustar el pH a 7,6 y mantener en el autoclave a 121 ºC durante 15 minutos.

Dejar enfriar el medio y añadir:

D-cicloserina: 400 mg.
B-sulfato de polimixina: 25 mg.
ß-D-glucosuro de indoxyl deberá disolverse en 8 ml de agua destilada estéril antes de añadirse: 60 mg.
Solución de difosfato de fenolftaleína al 0,5 % esterilizada por filtración: 20 ml.
$FeCl_3$-$6H_2O$ al 4,5 % esterilizada por filtración: 2 ml.

B. Parámetros para los que se especifican las características de los resultados:

1. En relación con los siguientes parámetros, las características que se especifican para los resultados suponen que, como mínimo, el método de ensayo utilizado tendrá el límite de detección indicado, y será capaz de medir concentraciones iguales al valor paramétrico (VP) con la exactitud y precisión especificadas.

Sea cual fuere la sensibilidad del método de ensayo empleado, el resultado se expresará empleando como mínimo el mismo número de cifras decimales que para el valor paramétrico considerado en las partes B y C del anexo I.

Parámetros	Exactitud Porcentaje en el VP (nota 1)	Precisión Porcentaje en el VP (nota 2)	Límite de detección Porcentaje del VP (nota 3)	Condiciones	Notas
Acrilamida				Controlar según la especificación del producto.	
Aluminio	10	10	10		
Amonio	10	10	10		
Antimonio	25	25	25		
Arsénico	10	10	10		
Benceno	25	25	25		
Benzo(a)pireno	25	25	25		
Boro	10	10	10		
Bromato	25	25	25		
Cadmio	10	10	10		
Cianuro	10	10	10		4
Cloruro	10	10	10		
Cloruro de vinilo				Controlar según la especificación del producto.	
Cobre	10	10	10		
Conductividad	10	10	10		
Cromo	10	10	10		
1,2-dicloroetano	25	25	10		
Epiclorhidrina				Controlar según la especificación del producto.	
Fluoruro	10	10	10		
Hierro	10	10	10		
HPA	25	25	25		5 y 9
Manganeso	10	10	10		
Mercurio	20	10	20		
Níquel	10	10	10		
Nitrato	10	10	10		
Nitrito	10	10	10		
Oxidabilidad	25	25	10		6
Plaguicidas	25	25	25		7 y 9
Plomo	10	10	10		
Selenio	10	10	10		
Sodio	10	10	10		
Sulfato	10	10	10		
Tetracloroeteno	25	25	10		8
THMs	25	25	10		5
Tricloroeteno	25	25	10		8
Turbidez	25	25	25		

Notas:

(1) Por exactitud se entiende el error sistemático y representa la diferencia entre el valor medio del gran número de mediciones reiteradas y el valor exacto. (*)

(2) Por precisión se entiende el error aleatorio y se expresa habitualmente como la desviación típica (dentro de cada lote y entre lotes) de la dispersión de resultados en torno a la media. Se considera una precisión aceptable el doble de la desviación típica relativa. (*)

(*) Estos términos se definen con mayor detalle en la norma ISO 5725.

(3) El límite de detección es:

Ya sea el triple de la desviación típica relativa dentro del lote de una muestra natural que contenga una baja concentración del parámetro, o bien el quíntuplo de la desviación típica relativa dentro del lote de una muestra en blanco.

(4) El método debe determinar el cianuro total en todas sus formas, a partir del 1 de enero de 2004.

(5) Las características que se especifican para los resultados se aplican a cada una de las sustancias especificadas al 25 por 100 del valor paramétrico en el anexo I.

(6) La oxidación deberá efectuarse durante 10 minutos a ebullición en condiciones de acidez, utilizando permanganato.

(7) Las características que se especifican para los resultados se aplican a cada uno de los plaguicidas y dependerán del plaguicida de que se trate.

(8) Las características que se especifican para los resultados se aplican a cada una de las sustancias especificadas al 50 por 100 del valor paramétrico en el anexo I.

(9) Aunque no sea posible, por el momento, cumplir con el límite de detección para algún plaguicida e hidrocarburo policíclico aromático, los laboratorios deberían tratar de cumplir esta norma.

2. Con respecto a la concentración en ión hidrógeno, las características que se especifican para los resultados suponen que el método de ensayo aplicado puede medir concentraciones iguales al valor del parámetro con una exactitud de 0,2 unidades pH y una precisión de 0,2 unidades pH.

C. Parámetros para los que no se especifica ningún método de ensayo: carbono orgánico total, cloro libre residual, cloro residual combinado, clostridium sulfito reductor, color, criptosporidium, microcistina, olor y sabor.

ANEXO V

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

Nota:

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) A la salida de cada ETAP(1) o depósito de cabecera:

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

b) A la salida de los depósitos de regulación y/o de distribución(2) (incluido el de la industria alimentaria):

Capacidad del depósito en m^3	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

c) En la red de distribución e industria alimentaria:

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

Notas:

(1) Cuando no exista una ETAP, la frecuencia mínima señalada para el análisis de control en ETAP se sumará a la frecuencia mínima establecida en los párrafos b) y c) según disponga la autoridad sanitaria.

(2) Cuando exista una ETAP, la frecuencia mínima en depósitos se podrá reducir según disponga la autoridad sanitaria.

2. Análisis completo:

a) A la salida de cada ETAP, o depósito de cabecera:

Volumen de agua tratada por día en m^3	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^3/día y fracción del volumen total
>10.000 - <100.000	2 + 1 por cada 20.000 m^3/día y fracción del volumen total
>100.000	5 + 1 por cada 50.000 m^3/día y fracción del volumen total

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

Capacidad del depósito en m^3	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

c) En la red de distribución o industria alimentaria:

Volumen de agua distribuido por día en m^3	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^3/día y fracción del volumen total
>10.000 - <100.000	2 + 1 por cada 20.000 m^3/día y fracción del volumen total
>100.000	5 + 1 por cada 50.000 m^3/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

ANEXO VI

A. Solicitud de autorización de excepción

1. Gestor:

a) Entidad.

b) Dirección.

c) CP y ciudad (provincia).

d) Teléfono.

e) Fax.

f) Correo electrónico.

2. Zona de abastecimiento:

a) Denominación.

b) Código.

c) Población afectada.

d) Volumen de agua distribuida por día (m^3).

3. Tipo de excepción:

a) Autorización.

b) 1.ª prórroga.

c) 2.ª prórroga.

d) Excepción de corta duración.

4. Características de la excepción:

a) Parámetro.

b) Nuevo valor paramétrico propuesto.

c) Duración prevista de la excepción.

d) Motivos por los que se solicita la autorización de excepción.

5. Adjuntar aparte el informe documental (original y copia).

6. En caso de prórroga, adjuntar aparte el estudio de situación (original y copia).

Fecha y firma

Dirigir a:

Autoridad sanitaria.

B. Comunicación de la autorización de la excepción

1. Gestor: entidad.

2. Zona de abastecimiento:

a) Denominación.

b) Código de la zona de abastecimiento.

c) Población afectada.

d) Volumen de agua distribuida por día (m^3).

3. Tipo de excepción:

a) Autorización.

b) 1.ª prórroga.

c) 2.ª prórroga.

4. Características de la excepción:

a) Parámetro.

b) Nuevo valor paramétrico autorizado.

c) Fecha de la autorización.

d) Duración prevista de la autorización.

e) Motivos de la solicitud de la excepción.

5. En todos los casos y para su remisión a la Comisión de la Unión Europea, adjuntar aparte:

a) Informe documental completo.

b) Listado de las industrias alimentarias pertinentes.

6. En caso de prórrogas, adjuntar aparte el estudio de situación.

Fecha y firma de la autoridad que autoriza la excepción

Dirigir a:

Dirección General de Salud Pública. Ministerio de Sanidad y Consumo.

ANEXO VII

Notificación de incumplimientos

1. Gestor:

a) Entidad.

b) Dirección.

c) CP y ciudad (provincia).

d) Teléfono.

e) Fax.

f) Correo electrónico.

2. Laboratorio: entidad.

3. Zona de abastecimiento:

a) Denominación.

b) Código de la zona de abastecimiento.

c) Población afectada.

d) Volumen de agua distribuida por día (m^3).

4. Características del incumplimiento:

a) Punto/s de muestreo en el que se ha detectado el incumplimiento.

b) Fecha de la toma de muestra.

c) Motivo/s que ha causado el incumplimiento.

d) Parámetro/s y valor cuantificado.

e) Fecha de confirmación del incumplimiento.

f) Plazo propuesto para subsanar el incumplimiento.

5. Adjuntar aparte:

a) Medidas correctoras y preventivas previstas.

b) Propuesta de comunicación para transmitir a los consumidores.

Fecha y firma

Dirigir a:

Autoridad sanitaria.

ANEXO VIII

Sustancias utilizadas en el tratamiento de potabilización

1. Empresa comunicante:

a) Nombre.
b) Dirección.
c) CP, ciudad (provincia).
d) Teléfono.
e) Fax.
f) Correo electrónico.
g) Número de registro sanitario de la empresa.

2. Sustancia o producto:

a) Fabricante.
b) Nombre comercial del producto.
c) Clasificación del producto *.
d) Etiquetado del producto:

(1) Frases de riesgo (R).
(2) Consejos de prudencia (S).

e) Tamaño del envase.
f) Forma de presentación del producto.
g) Modo de empleo.
h) Dosis de aplicación.
i) Finalidad del producto.
j) Número de registro sanitario o autorización del producto (si procede).
k) Incompatibilidades con otros productos y/o materiales.

3. Notificación a la Unión Europea:

En el caso de sustancias incluidas en la definición del artículo 2.11.a), b) y c) del presente Real Decreto, que estén bajo el Reglamento 1896/2000 de la Comisión, de 7 de septiembre de 2000, relativo a la primera fase del programa contemplado en el apartado 2 del artículo 16 de la Directiva 98/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre Biocidas («DOCE» L 228, 08/09/2000), señalar la fecha de notificación a la Unión Europea.

4. Adjuntar aparte:

a) Composición cualitativa y cuantitativa al 100 por 100, incluidas impurezas, n.º CAS y n.º CE.
b) Etiqueta original del producto.

* Real Decreto 363/1995 y Real Decreto 1425/1998.

Fecha y firma

Dirigir a:

Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo.

ANEXO IX

Productos de construcción en contacto con agua de consumo humano

1. Empresa comunicante:

a) Nombre.
b) Dirección.
c) CP, ciudad (provincia).
d) Teléfono.
e) Fax.
f) Correo electrónico.
g) Número de registro sanitario de la empresa.

2. Producto:

a) Fabricante.
b) Nombre comercial del producto.
c) Finalidad del producto para:

1.º Tubería.
2.º Depósito.
3.º Junta o soldadura.
4.º Revestimiento.
5.º Accesorio.
6.º Membranas.
7.º Otra (especificar).

d) Ubicación/es recomendada/s por el fabricante para el producto.
e) ¿Está en contacto directo con el agua de consumo humano?.
f) Clasificación del producto * (si procede).
g) Número de registro sanitario o autorización del producto (si procede).
h) Incompatibilidades con otros productos, sustancias y/o desinfectantes.
i) Ensayos de migración del producto al agua (si los tiene).
j) Ensayos de reacción química del producto a 20 ppm de cloro (si lo tiene).

3. Adjuntar aparte:

a) Composición cualitativa y cuantitativa al 100 por 100, incluidas impurezas, n.º CAS y n.º CE.
b) Etiqueta original del producto.

* Real Decreto 363/1995 y Real Decreto 1425/1998.

Fecha y firma

Dirigir a:

Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo.

REAL DECRETO 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

ANEXO II

Métodos de análisis

Grado Brix: EN 12143 (1996). IFU n.º 8.
Acidez total: EN 12147 (1996). IFU n.º 3.
Fructosa: EN 1140 (1994). IFU n.º 55. EN 12630 (1999). IFU n.º 67.
Glucosa: EN 1140 (1994). IFU n.º 55. EN 12630 (1999). IFU n.º 67.
Sacarosa: EN 12146 (1994). IFU n.º 56. EN 12630 (1999). IFU n.º 67.
Acido cítrico: EN 1137 (1994). IFU n.º 22.
Ácido D-isocítrico: EN 1139 (1994). IFU n.º 54.
Densidad relativa 20/20.º: EN 1131 (1994). IFU n.º 1. IFU n.º 1A
Índice de formol: EN 1133 (1994). IFU 30.
Cenizas: EN 1135 (1994). IFU n.º 9.
Fósforo: EN 1136 (1994). IFU n.º 50.
Potasio: EN 1134 (1994). IFU n.º 33.
Sorbitol: EN 12630 (1998) IFU n.º 67. IFU n.º 62.
Ácido D-málico: EN 12138 (1997). IFU n.º 64.
Ácido L-málico: EN 1138. IFU n.º 21.
Ácido ascórbico: EN 14130. Vitamina C (ácido ascórbico + Ácido dehidroascórbico). IFU 17-A.

Parámetros isotópicos:

δ^{18} O agua: EN V 12141 (1997).
(D/H)1 Etanol 2H-NMR: AOAC 995.17 (1999).
δ^{13} C azúcar: EN V 12140 (1997).
δ^{13} C etanol: J. AOAC Vol 79, n.º 1 (1996).
δ^{13} C pulpa: EN V 13070 (2001).
δ^{13} C ácidos: Anal. Chim. Acta 299 (1994).

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

21092 *REAL DECRETO 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.*

La Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, contiene una modificación del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, en la que se ha dado nueva redacción del artículo 109.1 «el Gobierno establecerá las condiciones básicas para la reutilización de las aguas, precisando la calidad exigible a las aguas depuradas según los usos previstos. El titular de la concesión o autorización deberá sufragar los costes necesarios para adecuar la reutilización de las aguas a las exigencias de calidad vigentes en cada momento».

Se mantiene, sin modificación, el apartado 2 del artículo 109, en el que se recoge la obligación de obtener concesión administrativa que quedará sustituida por una autorización cuando quien solicite el aprovechamiento de las aguas depuradas sea el titular de la autorización de vertido que dio lugar a la depuración de dichas aguas.

Se completa la modificación del artículo 109 con la supresión de los apartados 3, 4 y 5 del precepto.

Este profundo cambio legislativo exige adaptar los artículos del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, dedicados a la reutilización.

Este real decreto se inscribe, además, en el mandato que el articulo 19.2 de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, impone a las autoridades sanitarias de participar en la elaboración y ejecución de la legislación sobre aguas, por lo que en su articulado prevé su intervención en aquellos aspectos de la reutilización de aguas no contemplados en las especificaciones técnicas y que podrían suponer un riesgo para la salud de los ciudadanos. Con el real decreto, se cumple también con el objetivo general previsto en la mencionada Ley General de Sanidad, sobre la necesaria participación de las Administraciones competentes en este ámbito mediante la vigilancia sanitaria, la promoción y la mejora de los sistemas que permiten alcanzar parámetros de calidad de aguas compatibles con la salud de la población.

Se hace preciso establecer una regulación reglamentaria más completa y detallada que posibilite las soluciones necesarias respecto de la reutilización. De este modo, se define el concepto de reutilización y se introduce la denominación de aguas regeneradas, más acorde con las posibilidades de reutilización que la norma establece y ampliamente admitida en la doctrina técnica y jurídica. Se determinan los requisitos necesarios para llevar a cabo la actividad de utilización de aguas regeneradas, los procedimientos para obtener la concesión exigida en la ley así como disposiciones relativas a los usos admitidos y exigencias de calidad precisas en cada caso.

Finalmente, debe destacarse la incorporación de dos anexos; el anexo I recoge los criterios de calidad para la utilización de las aguas regeneradas según los usos. Estos criterios tendrán la consideración de mínimos obligatorios exigibles. Por su parte el anexo II contiene el modelo normalizado de solicitud que deben presentar quienes deseen obtener la concesión o autorización de reutilización de aguas depuradas.

Este real decreto deroga, con carácter general, cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo en él dispuesto y, en particular, los artículos 272 y 273 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

En el procedimiento de elaboración de esta norma se ha consultado a las comunidades autónomas, a las entidades locales y al Consejo Nacional del Agua.

Debe significarse que aunque el Tribunal Constitucional ha exceptuado de regulación mediante normas reglamentarias las condiciones básicas en una determinada materia, también ha señalado que esta excepción no es absoluta, pudiendo regularse reglamentariamente aquellas materias que por su carácter técnico o coyuntural, como es el caso, hacen imposible una determinación ex lege de sus requisitos básicos.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Medio Ambiente, de Agricultura, Pesca y Alimentación y de Sanidad y Consumo, con la aprobación previa de la Ministra de Administraciones Públicas, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 7 de diciembre de 2007,

D I S P O N G O :

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Artículo 1. *Objeto.*

Este real decreto tiene por objeto establecer 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, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

Artículo 2. *Definiciones.*

A los efectos de este real decreto se entiende por:

a) Reutilización de las aguas: aplicación, antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a que se van a destinar.

b) Aguas depuradas: aguas residuales que han sido sometidas a un proceso de tratamiento que permita adecuar su calidad a la normativa de vertidos aplicable.

c) Aguas regeneradas: aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan.

d) Estación regeneradora de aguas: conjunto de instalaciones donde las aguas residuales depuradas se someten a procesos de tratamiento adicional que puedan ser necesarios para adecuar su calidad al uso previsto.

e) Infraestructuras de almacenamiento y distribución: conjunto de instalaciones destinadas a almacenar y distribuir el agua regenerada hasta el lugar de uso por medio de una red o bien depósitos móviles públicos y privados.

f) Sistema de reutilización de las aguas: conjunto de instalaciones que incluye la estación regeneradora de aguas, en su caso, y las infraestructuras de almacenamiento y distribución de las aguas regeneradas hasta el punto de entrega a los usuarios, con la dotación y calidad definidas según los usos previstos.

g) Primer usuario: persona física o jurídica que ostenta la concesión para la primera utilización de las aguas derivadas.

h) Usuario del agua regenerada: persona física o jurídica o entidad pública o privada que utiliza el agua regenerada para el uso previsto.

i) Punto de entrega de las aguas depuradas: lugar donde el titular de la autorización de vertido de aguas residuales entrega las aguas depuradas en las condiciones de calidad exigidas en la autorización de vertido, para su regeneración.

j) Punto de entrega de las aguas regeneradas: lugar donde el titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas entrega a un usuario las aguas regeneradas, en las condiciones de calidad según su uso previstas en esta disposición.

k) Lugar de uso del agua regenerada: zona o instalación donde se utiliza el agua regenerada suministrada.

l) Autocontrol: programa de control analítico sobre el correcto funcionamiento del sistema de reutilización realizado por el titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas.

Artículo 3. *Régimen jurídico de la reutilización.*

1. 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. Será aplicable a la reutilización el régimen jurídico establecido en las secciones 1.ª «La concesión de aguas en general» y 2.ª «Cesión de derechos al uso privativo de las aguas» del capítulo III del título IV del texto refundido de la Ley de Aguas.

2. No obstante lo establecido en el apartado anterior, 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.

3. En el caso de que no coincidan en una misma persona, física o jurídica, la condición de primer usuario de las aguas y de titular de la autorización de vertido se entenderá preferente la solicitud de reutilización que hubiese presentado el titular de la autorización de vertido.

4. La misma preferencia a favor del titular de la autorización de vertido se entenderá reconocida respecto de las solicitudes de concesión de reutilización que presenten terceros que no coincidan con el primer usuario de las aguas.

CAPÍTULO II

Condiciones básicas para la reutilización de las aguas depuradas

Artículo 4. *Usos admitidos para las aguas regeneradas.*

1. Las aguas regeneradas podrán utilizarse para los usos indicados en el anexo I.A.

2. En los supuestos de reutilización del agua para usos no contemplados en el anexo I.A, el organismo de cuenca exigirá las condiciones de calidad que se adapten al uso más semejante de los descritos en el mencionado anexo. Será necesario, en todo caso, motivar la reutilización del agua para un uso no descrito en el mismo.

3. En todos los supuestos de reutilización de aguas, el organismo de cuenca solicitará de las autoridades sanitarias un informe previo que tendrá carácter vinculante.

4. Se prohíbe la reutilización de aguas para los siguientes usos:

a) Para el consumo humano, salvo situaciones de declaración de catástrofe en las que la autoridad sanitaria especificará los niveles de calidad exigidos a dichas aguas y los usos.

b) Para los usos propios de la industria alimentaria, tal y como se determina en el articulo 2.1 b) del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, salvo lo dispuesto en el anexo I.A.3.calidad 3.1c) para el uso de aguas de proceso y limpieza en la industria alimentaria.

c) Para uso en instalaciones hospitalarias y otros usos similares.

d) Para el cultivo de moluscos filtradores en acuicultura.

e) Para el uso recreativo como agua de baño.

f) Para el uso en torres de refrigeración y condensadores evaporativos, excepto lo previsto para uso industrial en el anexo I.A.3.calidad 3.2.

g) Para el uso en fuentes y láminas ornamentales en espacios públicos o interiores de edificios públicos.

h) Para cualquier otro uso que la autoridad sanitaria o ambiental considere un riesgo para la salud de las personas o un perjuicio para el medio ambiente, cualquiera que sea el momento en el que se aprecie dicho riesgo o perjuicio.

Artículo 5. *Criterios de calidad.*

1. Las aguas regeneradas deben cumplir en el punto de entrega los criterios de calidad según usos establecidos en el anexo I.A. Si un agua regenerada está destinada a varios usos serán de aplicación los valores más exigentes de los usos previstos.

2. Los organismos de cuenca, en las resoluciones por las que otorguen las concesiones o autorizaciones de reutilización, podrán fijar valores para otros parámetros o contaminantes que puedan estar presentes en el agua regenerada o lo prevea la normativa sectorial de aplicación al uso previsto para la reutilización. Asimismo,

podrán fijar niveles de calidad más estrictos de forma motivada.

3. La calidad de las aguas regeneradas se considerará adecuada a las exigencias de este real decreto 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

4. El titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas es responsable de la calidad del agua regenerada y de su control desde el momento en que las aguas depuradas entran en el sistema de reutilización hasta el punto de entrega de las aguas regeneradas.

5. El usuario del agua regenerada es responsable de evitar el deterioro de su calidad desde el punto de entrega del agua regenerada hasta los lugares de uso.

6. Las responsabilidades previstas en los apartados 4 y 5 se entenderán sin perjuicio de la potestad de supervisión y control de las autoridades ambientales y sanitarias.

7. La concesión de reutilización podrá ser modificada como consecuencia de las variaciones o modificaciones que se aprueben respecto de la concesión otorgada para el uso privativo del agua al primer usuario de la misma.

CAPÍTULO III

Contratos de cesión de derechos sobre aguas regeneradas

Artículo 6. *Características de los contratos de cesión de derechos sobre aguas regeneradas.*

1. 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 de la texto refundido de la Ley de Aguas con las siguientes particularidades:

a) El volumen anual susceptible de cesión no será superior al que figure en la concesión o autorización otorgada.

b) La Administración pública al autorizar el contrato suscrito, además de velar por el cumplimiento de los criterios previstos en el artículo 68.3 texto refundido de la Ley de Aguas., observará que se cumplen los criterios de calidad en relación a los usos a que se vayan a destinar los caudales cedidos.

2. Quienes obtienen la concesión o la autorización de reutilización podrán ceder, en los términos que establece el artículo 343 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, 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 la compensación económica que establece el artículo 345.2 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico. De igual modo podrán participar en las operaciones de los Centros de Intercambio de Derechos.

CAPÍTULO IV

Procedimiento para la reutilización de aguas depuradas

Artículo 7. *La reutilización de aguas a través de iniciativas o planes de las Administraciones Públicas.*

1. Con la finalidad de fomentar la reutilización del agua y el uso más eficiente de los recursos hidráulicos, las Administraciones Públicas estatal, autonómica o local, en el ámbito de sus respectivas competencias, podrán llevar a cabo planes y programas de reutilización de aguas. En estos planes se establecerán las infraestructuras que permitan llevar a cabo la reutilización de los recursos hidráulicos obtenidos para su aplicación a los usos admitidos. En dichos planes se especificará el análisis económico-financiero realizado y el sistema tarifario que corresponda aplicar en cada caso. Asimismo, estos planes y programas serán objeto del procedimiento de evaluación ambiental estratégica conforme a lo establecido en la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

2. En la ejecución de los citados planes y programas, se cumplirán las exigencias establecidas en el artículo 109 del texto refundido de la Ley de Aguas, y en este real decreto respecto de la necesidad de obtener la concesión o autorización de reutilización de aguas por quien vaya a realizar la actividad.

3. Si la explotación se realiza de forma temporal o permanente por alguna de las administraciones publicas, estatal, autonómica o local, la concesión o autorización de reutilización se otorgará a nombre de la misma, o de la entidad o sociedad pública a quien se haya encomendado la ejecución de las infraestructuras o su explotación, que será la responsable del cumplimiento de todas las condiciones impuestas durante los periodos de prueba y explotación.

4. Cuando la explotación de una infraestructura correspondiese a determinados usuarios, será preciso que la Administración pública correspondiente lleve a cabo la entrega de dicha infraestructura formalizando el oportuno documento en el que deberán constar todas las circunstancias en las que se produce la entrega. En particular se mencionará el hecho de que se transfiere a los usuarios, desde ese momento, la concesión o autorización de reutilización del agua y en consecuencia la responsabilidad en el cumplimiento de las condiciones impuestas. En el ámbito de la Administración General del Estado, las Sociedades Estatales de Aguas solicitarán la necesaria concesión o autorización respecto de las instalaciones de reutilización que se le hubieran encomendado en el correspondiente Convenio de Gestión Directa.

5. Cuando la explotación del sistema de reutilización del agua se realice a través de contratos de concesión de obra pública, el concesionario estará obligado a solicitar la correspondiente concesión o autorización de reutilización.

Artículo 8. *Procedimiento para obtener la concesión de reutilización.*

1. 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, sin competencia de proyectos, de acuerdo con lo establecido en este artículo.

2. 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 territorialmente competente en cualquiera de los lugares designados en el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, y en el modelo normalizado que figura en el anexo II, manifestando en ella su propósito de reutilizar las aguas, con indicación del uso para el que las solicita. Dicho modelo estará disponible en la página Web del Ministerio de Medio Ambiente.

3. El peticionario deberá presentar un proyecto de reutilización de aguas que incluya la documentación necesaria para identificar el origen y la localización geográfica de los puntos de entrega del agua depurada y regenerada; la caracterización del agua depurada; el volumen anual solicitado; el uso al que se va a destinar; el lugar de uso del agua regenerada especificando las carac-

terísticas de las infraestructuras previstas desde la salida del sistema de reutilización de las aguas hasta los lugares de uso; las características de calidad del agua regenerada correspondientes al uso previsto así como el autocontrol analítico propuesto como establece el anexo I; el sistema de reutilización de las aguas; los elementos de control y señalización del sistema de reutilización; las medidas para el uso eficiente del agua y las medidas de gestión del riesgo en caso de que la calidad del agua regenerada no sea conforme con los criterios establecidos en el anexo I correspondientes al uso permitido.

4. Cuando el destino de las aguas regeneradas fuese el uso agrícola se acreditará la titularidad de las tierras que se pretenden regar a favor del peticionario o, en el caso de concesiones solicitadas por comunidades de usuarios, el documento que acredite que la solicitud de concesión ha sido aprobada por la Junta General. Se presentará en todo caso una copia actualizada del plano parcelario del catastro, donde se señalará la zona a regar. Cuando las características del agua regenerada superen los valores de los parámetros e indicadores definidos en el «anexo I.A. Uso Agrícola», el organismo de cuenca recabará, de acuerdo con las instrucciones técnicas vigentes, información adicional referida a los parámetros y las características de los cultivos.

5. El organismo de cuenca examinará la documentación presentada e informará sobre la compatibilidad o incompatibilidad de la solicitud con el Plan Hidrológico de cuenca atendiendo, entre otros, a los caudales ecológicos. En el primer caso continuará la tramitación del expediente; en el segundo denegará la solicitud presentada.

Simultáneamente solicitará el informe al que se refiere el artículo 25.3 del texto refundido de la Ley de Aguas, para el que se concede el plazo de un mes, transcurrido el cual, sin que se haya emitido, continuará la tramitación del expediente en los términos previstos en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre.

6. A continuación, el organismo de cuenca elaborará una propuesta en la que se establecerán las condiciones en las que podría otorgarse la concesión para reutilizar las aguas. Este condicionado contendrá, entre otros extremos:

a) El origen y la localización geográfica del punto de entrega del agua depurada;

b) El volumen máximo anual en metros cúbicos y modulación establecida, caudal máximo instantáneo expresado en litros por segundo.

c) El uso admitido.

d) El punto de entrega y el lugar de uso del agua regenerada.

e) Las características de calidad del agua regenerada que deben cumplir los criterios de calidad exigidos para cada uso que se establecen en el anexo I.A de este real decreto, hasta su punto de entrega a los usuarios.

f) El sistema de reutilización de las aguas.

g) Los elementos de control y señalización del sistema de reutilización.

h) El programa de autocontrol de la calidad del agua regenerada que incluya los informes sobre el cumplimiento de la calidad exigida que se determinará conforme establece el anexo I.B y I.C.

i) El plazo de vigencia de la concesión.

j) Las medidas de gestión del riesgo en caso de calidad inadmisible de las aguas para el uso autorizado.

k) Cualquier otra condición que el organismo de cuenca considere oportuna en razón de las características específicas del caso y del cumplimiento de la finalidad del sistema de reutilización del agua.

7. Elaborada la propuesta de condiciones, se solicitará la conformidad expresa del peticionario que tendrá lugar en el plazo de diez días hábiles. Transcurrido este plazo, el organismo de cuenca notificará la resolución expresa en el plazo máximo de un mes, contado desde que ha tenido constancia de la conformidad.

8. Si el solicitante no estuviera de acuerdo con las condiciones propuestas, presentará motivación justificada que podrá ser o no admitida, dando lugar a resolución expresa de la administración en el plazo de un mes.

9. De no haber respuesta, se denegará la concesión solicitada en el plazo de un mes, contado desde la notificación de la propuesta de condiciones.

Artículo 9. *Procedimiento para obtener la autorización de reutilización.*

1. 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.

2. Si se solicita la obtención de una autorización de vertido manifestando el propósito de reutilizar las aguas residuales, la autorización de reutilización quedará supeditada al otorgamiento de la autorización de vertido.

3. Para obtener la autorización complementaria a la de vertido será preciso presentar la solicitud prevista en el anexo II con la información exigida en el artículo 8.3 y, en su caso, 8.4. Dicha solicitud se dirigirá al organismo de cuenca territorialmente competente en cualquiera de los lugares designados en el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre.

4. Los sucesivos trámites serán los establecidos en los párrafos 5, 6, 7, 8 y 9 del artículo 8.

Artículo 10. *Procedimiento para quien no es concesionario de la primera utilización ni titular de la autorización de vertido.*

Si quien formula la solicitud de concesión para reutilización es un tercero que no ostenta la condición de concesionario para la primera utilización, ni la de titular de la autorización de vertido de las aguas residuales, se seguirá el procedimiento que establece el Reglamento del Dominio Público Hidráulico para las concesiones en general, previa presentación de la solicitud para obtener la concesión de reutilización de aguas según el modelo del anexo II. La propuesta de condiciones en la que podría otorgarse la concesión para reutilizar las aguas determinará los extremos establecidos en el artículo 8.6 de este real decreto.

Artículo 11. *Disposiciones comunes a la concesión y autorización de reutilización de aguas.*

1. Tanto las concesiones de reutilización como las autorizaciones de reutilización serán inscritas en la Sección A) del Registro de Aguas en la forma que establece el artículo 192 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

2. El incumplimiento de las obligaciones derivadas del condicionado de la concesión o autorización de reutilización será sancionado con arreglo a lo dispuesto en el título VII del texto refundido de la Ley de Aguas.

3. El titular de la concesión o autorización de reutilización deberá sufragar los costes necesarios para adecuar la reutilización de las aguas a las exigencias de calidad vigentes en cada momento y responderá permanentemente de dicha adecuación.

Cuando proceda a juicio de la administración concedente, la sustitución de caudales concesionales por otros procedentes de la reutilización, la administración responderá de los gastos inherentes a la obra en los términos del

artículo 61.3 segundo párrafo del texto refundido de la Ley de Aguas.

Disposición transitoria primera. *Régimen transitorio de las reutilizaciones directas de aguas depuradas con concesión o autorización administrativa vigente.*

Las reutilizaciones directas de aguas depuradas que, a la entrada en vigor de este real decreto, cuenten con concesión o autorización administrativa deberán realizar las adaptaciones que resulten necesarias para poder cumplir las condiciones básicas de la reutilización y las obligaciones impuestas en este real decreto en el plazo de dos años contados desde su entrada en vigor.

Disposición transitoria segunda. *Régimen transitorio de los expedientes de reutilización directa de aguas depuradas, iniciados y no resueltos a la entrada en vigor de este real decreto.*

Los expedientes de reutilización directa, iniciados y no resueltos a la entrada en vigor de este real decreto, se resolverán conforme a la legislación vigente al tiempo de su solicitud, sin perjuicio de que una vez otorgada la correspondiente concesión o autorización, el titular de la misma deba realizar, en el plazo de dos años contados desde el otorgamiento de la autorización, las adaptaciones que resulten necesarias para poder cumplir las condiciones básicas de la reutilización y las obligaciones impuestas en este real decreto.

Disposición derogatoria única. *Derogación normativa.*

Quedan derogados los artículos 272 y 273 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, así como cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en este real decreto.

Disposición final primera. *Carácter básico.*

Este real decreto tiene el carácter de legislación básica sobre sanidad y medio ambiente y sobre contratos y concesiones administrativas, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 149.1.13.ª, 16.ª, 23.ª y 18.ª de la Constitución, excepto los artículos 3.3, 8 –salvo el primer párrafo de su apartado 5 que también tiene carácter de legislación básica ambiental de conformidad con lo establecido en el artículo 149.1.23.ª–, 9, 10 y 11.1, que serán exclusivamente de aplicación en las cuencas hidrográficas intercomunitarias, cuya gestión corresponde a la Administración General del Estado conforme al artículo 149.1.22.ª de la Constitución.

Disposición final segunda. *Desarrollo, aplicación y adaptación del real decreto.*

Por los Ministros de Medio Ambiente, de Agricultura, Pesca y Alimentación y de Sanidad y Consumo se dictarán conjunta o separadamente, según las materias de que se trate, y en el ámbito de sus respectivas competencias, las disposiciones que exija el desarrollo y aplicación de este real decreto.

Disposición final tercera. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 7 de diciembre de 2007.

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno
y Ministra de la Presidencia,
MARÍA TERESA FERNÁNDEZ DE LA VEGA SANZ

ANEXO I.A: CRITERIOS DE CALIDAD PARA LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS SEGÚN SUS USOS

CALIDAD REQUERIDA

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES[1]	*ESCHERICHIA COLI*	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
1.- USOS URBANOS					
CALIDAD 1.1: RESIDENCIAL[2] a) Riego de jardines privados.[3] b) Descarga de aparatos sanitarios.[3]	1 huevo/10 L	0 (UFC[4] /100 mL)	10 mg/L	2 UNT[5]	OTROS CONTAMINANTES[6] 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[7] deberá asegurarse el respeto de las NCAs.[8] *Legionella spp*. 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)
CALIDAD 1.2: SERVICIOS a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares).[9] b) Baldeo de calles.[9] c) Sistemas contra incendios.[9] d) Lavado industrial de vehículos.[9]	1 huevo/10 L	200 UFC/100 mL	20 mg/L	10 UNT	

[1] Considerar en todos los grupos de calidad al menos los géneros: *Ancylostoma, Trichuris y Ascaris*.

[2] Deben someterse a controles que aseguren el correcto mantenimiento de las instalaciones.

[3] Su autorización estará condicionada a la obligatoriedad de la presencia doble circuito señalizado en todos sus tramos hasta el punto de uso

[4] Unidades Formadoras de Colonias.

[5] Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

[6] ver el Anexo II del RD 849/1986, de 11 de abril.

[7] ver Anexo IV del RD 907/2007, de 6 de julio.

[8] Norma de calidad ambiental ver el artículo 245.5.a del RD 849/1986, de 11 de abril, modificado por el RD 606/2003 de 23 de mayo.

[9] Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización del agua, es imprescindible seguir las condiciones de uso que señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales, esos usos no serán autorizados

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	*ESCHERICHIA COLI*	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
2.- USOS AGRÍCOLAS[1]					
CALIDAD 2.1[2] 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 huevo/10 L	100 UFC/100 mL Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases[3] con los siguientes valores: n = 10 m = 100 UFC/100 mL M = 1.000 UFC/100 mL 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. *Legionella spp*. 1.000 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización) Es obligatorio llevar a cabo la detección de patógenos Presencia/Ausencia (Salmonella, etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=1.000

[1] Características del agua regenerada que requieren información adicional: Conductividad 3,0 dS/m ; Relación de Adsorción de Sodio (RAS): 6 meq/L; Boro: 0,5 mg/L; Arsénico: 0,1 mg/L; Berilio: 0,1 mg/L; Cadmio: 0,01 mg/L; Cobalto: 0,05 mg/L; Cromo: 0,1 mg/L; Cobre: 0,2 mg/L; Manganeso: 0,2 mg/L; Molibdeno: 0,01 mg/L; Níquel: 0,2 mg/L; Selenio : 0,02 mg/L; Vanadio: 0,1 mg/L..
Para el cálculo de RAS se utilizará la fórmula:

$$RAS\,(meq\ /\ L) = \frac{[Na]}{\sqrt{\frac{[Ca]+[Mg]}{2}}}$$

[2] Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización del agua, es imprescindible seguir las condiciones de uso que señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales, esos usos no serán autorizados

[3] Siendo n: nº de unidades de la muestra; m: valor límite admisible para el recuento de bacterias; M: valor máximo permitido para el recuento de bacterias; c: número máximo de unidades de muestra cuyo número de bacterias se sitúa entre m y M.

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	*ESCHERICHIA COLI*	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
CALIDAD 2.2 a) Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior. b) Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne. c) Acuicultura.	1 huevo/10 L	1.000 UFC/100 mL Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases[1] con los siguientes valores: n = 10 m = 1.000 UFC/100 mL M = 10.000 UFC/100 mL 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. *Taenia saginata y Taenia solium:* 1 huevo/L (si se riegan pastos para consumo de animales productores de carne) Es obligatorio llevar a cabo detección de patógenos Presencia/Ausencia (*Salmonella*, etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=10.000
CALIDAD 2.3 a) Riego localizado de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana. b) Riego de cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo del agua regenerada con las producciones. c) Riego de cultivos industriales no alimentarios, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas.	1 huevo/10 L	10.000 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. *Legionella spp*. 100 UFC/L

[1] Siendo n: nº de unidades de la muestra; m: valor límite admisible para el recuento de bacterias; M: valor máximo permitido para el recuento de bacterias; c: número máximo de unidades de muestra cuyo número de bacterias se sitúa entre m y M.

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	*ESCHERICHIA COLI*	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
3.- USOS INDUSTRIALES					
CALIDAD 3.1[1] a) Aguas de proceso y limpieza excepto en la industria alimentaria. b) Otros usos industriales.	No se fija límite	10.000 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 *Legionella spp.:* 100 UFC/L
c) Aguas de proceso y limpieza para uso en la industria alimentaria	1 huevo/10 L	1.000 UFC/100 mL Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases[2] con los siguientes valores: n = 10 m = 1.000 UFC/100 mL M = 10.000 UFC/100 mL 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. *Legionella spp.*: 100 UFC/L Es obligatorio llevar a cabo detección de patógenos Presencia/Ausencia (*Salmonella*, etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=10.000
CALIDAD 3.2 a) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.	**1 huevo/10 L**	Ausencia UFC/100 mL	5 mg/L	1 UNT	*Legionella spp*: Ausencia UFC/L Para su autorización se requerirá: - La aprobación, por la autoridad sanitaria, del Programa especifico 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.

[1] Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización del agua, es imprescindible seguir las condiciones de uso que señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales, esos usos no serán autorizados

[2] Siendo n: nº de unidades de la muestra; m: valor límite admisible para el recuento de bacterias; M: valor máximo permitido para el recuento de bacterias; c: número máximo de unidades de muestra cuyo número de bacterias se sitúa entre m y M.

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	*ESCHERICHIA COLI*	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
4.- USOS RECREATIVOS					
CALIDAD 4.1[1] a) Riego de campos de golf.	1 huevo/10 L	200 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. Si el riego se aplica directamente a la zona del suelo (goteo, microaspersión) se fijan los criterios del grupo de Calidad 2.3 *Legionella spp*. 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)
CALIDAD 4.2 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 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. P_T : 2 mg P/L (en agua estancada)

[1] Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización del agua, es imprescindible seguir las condiciones de uso que señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales, esos usos no serán autorizados

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	*ESCHERICHIA COLI*	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
5.- USOS AMBIENTALES					
CALIDAD 5.1 a) Recarga de acuíferos por percolación localizada a través del terreno.	No se fija límite	1.000 UFC/100 mL	35 mg/L	No se fija límite	N_T [1]: 10 mg N/L NO_3 : 25 mg NO_3/L Art. 257 a 259 del RD 849/1986
CALIDAD 5.2 a) Recarga de acuíferos por inyección directa.	1 huevo/10 L	0 UFC/100 mL	10 mg/L	2 UNT	
CALIDAD 5.3 a) Riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público. 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 a) Otros usos ambientales (mantenimiento de humedales, caudales mínimos y similares).	La calidad mínima requerida se estudiará caso por caso				

[1] Nitrógeno total, suma del nitrógeno inorgánico y orgánico presente en la muestra

ANEXO I.B: 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:

i. 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.
ii. 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.
iii. 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	----		*Legionella spp.* 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

ANEXO I.C: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS REGENERADAS

La calidad de las aguas regeneradas se valorará mediante el análisis de muestras tomadas sistemáticamente en todos los puntos de entrega de las mismas y con las frecuencias mínimas previstas en el Anexo I.B.

CRITERIOS DE CONFORMIDAD

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:

i. El 90% de las muestras tendrá resultados inferiores a los VMA en todos los parámetros especificados en el Anexo I.A.,
ii. Las muestras que superen el VMA del Anexo I.A no sobrepasen los límites de desviación máxima establecidos a continuación
iii. 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
Escherichia coli	1 unidad logarítmica
Legionella spp	1 unidad logarítmica
Taenia saginata	100% del VMA
Taenia solium	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	

MEDIDAS DE GESTIÓN FRENTE A INCUMPLIMIENTOS

1º. Se procederá a la suspensión del suministro de agua regenerada en los casos en los que no se cumplan los criterios de conformidad i e iii anteriores.
2º. Si en un control se superan en un parámetro los límites de desviación máxima de la tabla anterior, se procederá a realizar un segundo control a las 24 horas. En el caso de persistir esta situación se procederá a la suspensión del suministro.
3º. El suministro se reanudará cuando se hayan tomado las medidas oportunas en lo relativo al tratamiento para que la incidencia no vuelva a ocurrir, y se haya constatado que el agua regenerada cumpla los VMA del Anexo I.A durante cuatro controles efectuados en días sucesivos.
4º. En los casos de incumplimiento descritos en los apartados 1º, 2º y 3º será de aplicación la modificación de frecuencias de control prevista en el Anexo I.B.

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

Los métodos o técnicas analíticas de referencia que se proponen en este Anexo se tomarán como referencia o guía. Se podrán emplear métodos alternativos siempre que estén validados y den resultados comparables a los obtenidos por el de referencia. Para el caso del análisis de contaminantes deberán cumplir los valores de incertidumbre y límite de cuantificación especificados en la tabla correspondiente.
Los análisis deberán ser realizados en laboratorios de ensayo que dispongan de un sistema de control de calidad según la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025.

MICROBIOLÓGICOS

PARÁMETRO	MÉTODOS O TÉCNICAS ANALÍTICAS DE REFERENCIA
Nematodos intestinales	Método Bailinger modificado por Bouhoum & Schwartzbrod. "Analysis of wastewater for use in agriculture" Ayres & Mara O.M.S. (1996)
Escherichia coli	Recuento de Bacterias Escherichia Coli β- Glucuronidasa positiva
Legionella spp	Norma ISO 11731 parte 1: 1998 Calidad del Agua. Detección y enumeración de Legionella.-
Taenia saginata	------
Taenia solium	-----

CONTAMINANTES

PARÁMETRO	TÉCNICA DE REFERENCIA	U[1]	LC[2]
Sólidos en suspensión	Gravimetría con filtro de fibra de vidrio	30%	5 mg/L
Turbidez	Nefelometría	30%	0,5 UNT
Nitratos	Espectroscopía de absorción molecular Cromatografía lónica	30%	10 mg NO_3/L
Nitrógeno Total	Suma de Nitrógeno Kjeldahl, nitratos y nitritos Autoanalizador	30%	3 mg N/L
Fósforo Total	Espectroscopía de absorción molecular Espectrofotometría de plasma	30%	0,5 mg P/L
Sustancias Peligrosas	Cromatografía Espectroscopía	Metales: 30% Orgánicos: 50%	30% de NCA

[1] Incertidumbre máxima expandida con un factor de cobertura de 2.

[2] Límite de cuantificación, es decir, concentración mínima de interés que puede determinarse con el nivel de incertidumbre requerido en la tabla.

ANEXO II: SOLICITUD PARA OBTENER LA CONCESIÓN O AUTORIZACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

REGISTRO DE PRESENTACIÓN en la Administración	REGISTRO DE ENTRADA en la Confederación Hidrográfica	Nº de Expediente (a rellenar por la Administración)	SOLICITUD

SOLICITUD DE CONCESIÓN O DE AUTORIZACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

DATOS DEL SOLICITANTE

Titular									NIF/CIF					
Domicilio social	Calle / Plaza /		Dirección			Nº		Piso		Escalera		Puerta		
	Lugar/Paraje/ Polígono Industrial													
	Municipio			Cód. Postal		Provincia								
	Teléfono		Móvil		Fax		Correo electrónico							
Representante	Nombre													
	Cargo													
	Teléfono		Móvil		Fax		Correo electrónico							
Radicación de la actividad	Calle / Plaza /		Dirección			Nº		Piso		Escalera		Puerta		
	Lugar/Paraje/ Polígono Industrial													
	Municipio			Cód. Postal		Provincia								
Domicilio a efectos de notificación	Calle / Plaza /		Dirección			Nº		Piso		Escalera		Puerta		
	Lugar/Paraje/ Polígono Industrial													
	Municipio			Cód. Postal		Provincia								

SOLICITA

☐ **CONCESIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS**

☐ ES CONCESIONARIO DE LA PRIMERA UTILIZACIÓN (no es titular de la autorización de vertido)

☐ NO ES CONCESIONARIO DE LA PRIMERA UTILIZACIÓN (tramítese la concesión por el procedimiento general)

TITULAR DE LA AUTORIZACIÓN DE VERTIDO CUYAS AGUAS DEPURADAS SE PRETENDEN REUTILIZAR:

.....

.....Nº DE EXPEDIENTE DEL TITULAR ☐

☐ **AUTORIZACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS**

☐ DISPONE DE AUTORIZACIÓN DE VERTIDO Nº DE EXPEDIENTE ☐

☐ SOLICITA SIMULTÁNEAMENTE LA AUTORIZACIÓN DE VERTIDO Y DE REUTILIZACIÓN

☐ Titular ☐ Representante FIRMA

En....., a..... de..... de 20..... NOMBRE:

DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN LA SOLICITUD
1.
2.
3.
4.
5.

PROYECTO DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

INFORMACIÓN GENERAL			
TITULO DEL PROYECTO			
AUTOR DEL PROYECTO		**Fecha de redacción**	
¿Es complementario a un proyecto de autorización de vertido de aguas residuales que obre en poder de la Confederación Hidrográfica?		☐ Sí	☐ No
EN CASO AFIRMATIVO: TÍTULO DEL PROYECTO DE AUTORIZACIÓN DE VERTIDO			

ORIGEN DE LAS AGUAS					
Nombre de la EDAR					
Municipio		Provincia			
Lugar/Paraje/ Polígono Industrial					
Referencia catastral	Polígono		Parcela		

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA DEPURADA								
Coordenadas	UTM X (6 dígitos)		UTM Y (7 dígitos)		Huso		Nº Hoja 1/50.000	

VOLUMEN SOLICITADO					
Volumen máximo anual (m^3)		Modulación		Caudal máximo instantáneo (L/s)	

CARACTERIZACIÓN DEL AGUA DEPURADA

USO AL QUE SE VA A DESTINAR EL AGUA REGENERADA	
☐ **1. USO URBANO**	
CALIDAD 1.1 RESIDENCIAL	☐ a) Riego de jardines privados ☐ b) Descarga de aparatos sanitarios
CALIDAD 1.2 SERVICIOS URBANOS	☐ a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares). ☐ b) Baldeo de calles. ☐ c) Sistemas contra incendios. ☐ d) Lavado industrial de vehículos.
☐ **2. USO AGRÍCOLA**	
CALIDAD 2.1	☐ 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.
CALIDAD 2.2	☐ a) Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior. ☐ b) Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne. ☐ c) Acuicultura.
CALIDAD 2.3	☐ a) Riego localizado de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana. ☐ b) Riego de cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo del agua regenerada con las producciones. ☐ c) Riego de cultivos industriales, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas.
Señale la documentación que ha adjuntado a esta solicitud O Acreditación de la titularidad de las tierras que se pretenden regar a favor del peticionario O Documento que acredite que la solicitud de concesión ha sido aprobada por la Junta General (para solicitud de concesión por comunidades de usuarios) O Copia actualizada del plano parcelario del catastro, donde se señalará la zona regada O Programa especifico 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.[1]	
☐ **3. USO INDUSTRIAL**	
CALIDAD 3.1	☐ a) Aguas de proceso y limpieza, excepto en la industria alimentaria. ☐ b) Otros usos industriales. ☐ c) Aguas de proceso y limpieza para uso en la industria alimentaria
CALIDAD 3.2	☐ a) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.
☐ **4. USO RECREATIVO**	
CALIDAD 4.1	☐ a) Riego de campos de golf
CALIDAD 4.2	☐ a) Estanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales, en los que está impedido el acceso del público al agua
☐ **5. USO AMBIENTAL**	
CALIDAD 5.1	☐ a) Recarga de acuíferos por percolación localizada a través del terreno
CALIDAD 5.2	☐ a) Recarga de acuíferos por inyección directa
CALIDAD 5.3	☐ a) Riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público ☐ b) Silvicultura
CALIDAD 5.4	☐ a) Otros usos ambientales (mantenimiento de humedales, caudales mínimos y similares): .....

[1] Para el uso industrial en torres de refrigeración y condensadores evaporativos.

LUGAR DE USO y LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA[1]														
USOS EN ZONAS														
ZONA 1														
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA														
Coordenadas	UTM X (6 dígitos)		UTM Y (7 dígitos)		Huso		Nº Hoja 1/50.000							
LUGAR DE USO DEL AGUA REGENERADA														
Municipio			Provincia											
Lugar/Paraje/ Polígono Industrial														
Referencia catastral	Polígono		Parcela		Nº Hoja 1/50.000									
Recarga de acuíferos	Profundidad (m)		Unidad hidrogeológica		Acuífero									
Coordenadas	UTM X (6 dígitos)		UTM Y (7 dígitos)		Huso		Nº Hoja 1/50.000							
ZONA 2														
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA														
Coordenadas	UTM X (6 dígitos)		UTM Y (7 dígitos)		Huso		Nº Hoja 1/50.000							
LUGAR DE USO DEL AGUA REGENERADA														
Municipio			Provincia											
Lugar/Paraje/ Polígono Industrial														
Referencia catastral	Polígono		Parcela		Nº Hoja 1/50.000									
Recarga de acuíferos	Profundidad (m)		Unidad hidrogeológica		Acuífero									
Coordenadas	UTM X (6 dígitos)		UTM Y (7 dígitos)		Huso		Nº Hoja 1/50.000							
USOS EN INSTALACIONES														
INSTALACIÓN 1														
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA														
Coordenadas	UTM X (6 dígitos)		UTM Y (7 dígitos)		Huso		Nº Hoja 1/50.000							
LUGAR DE USO DEL AGUA REGENERADA														
Titular							NIF/CIF							
Actividad Principal	CNAE		Título CNAE											
Radicación de la actividad	Calle / Plaza /		Dirección				Nº		Piso		Escalera		Puerta	
	Lugar / Paraje / Polígono Industrial													
	Municipio				Cód. Postal		Provincia							
INSTALACIÓN 2														
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA														
Coordenadas	UTM X (6 dígitos)		UTM Y (7 dígitos)		Huso		Nº Hoja 1/50.000							
LUGAR DE USO DEL AGUA REGENERADA														
Titular							NIF/CIF							
Actividad Principal	CNAE		Título CNAE											
Radicación de la actividad	Calle / Plaza /		Dirección				Nº		Piso		Escalera		Puerta	
	Lugar / Paraje / Polígono Industrial													
	Municipio				Cód. Postal		Provincia							

[1] Este formulario permite describir, como lugar de uso del agua regenerada, dos zonas y dos instalaciones. Si hay más lugares de uso, se utilizarán tantos ejemplares como sean necesarios.

CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS REGENERADAS y CONTROL PROPUESTO					
PARÁMETRO DE CALIDAD	**CRITERIO DE CALIDAD**		**CONTROL ANALÍTICO**		
	Valor	**Unidad**	**Periodicidad**	**Método**	**LC**
Nematodos intestinales		huevo/L			
Escherichia coli		UFC /100 mL			
Legionella spp.		UFC/L			
Taenia saginata		huevo/L			
Taenia Solium		huevo/L			
Sólidos en suspensión		mg/L			
Turbidez		UNT			
Olor					
Fósforo total		mg/L			
Nitrógeno total		mg/L			
Nitratos		mg/L			
Otros contaminantes[1]					
Sustancias peligrosas[2]		µg/L			

USO INDUSTRIAL EN TORRES DE REFRIGERACIÓN Y CONDENSADORES EVAPORATIVOS
BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA ESPECIFICO 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

[1] Ver Anexo II del RD 849/1986, 11 de Abril

[2] Ver Anexo IV del RD 907/2007, 6 de Julio

SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS

ORIGEN DE LAS AGUAS DEPURADAS

¿Se someten las aguas residuales brutas a depuración en una EDAR antes de su regeneración? En caso afirmativo señale el sistema de depuración:	☐ SI ☐ NO

☐ Pretratamiento	☐ Tratamiento primario	☐ Tratamiento secundario	☐ Más riguroso		☐ Otros
☐ Tanque de regulación	☐ Decantación primaria	☐ Fangos activados	☐ Desinfección (cloración)	☐ Ozonización	☐ .....
☐ Desbaste	☐ Físico-Químico	☐ Lechos bacterianos o biofiltros	☐ Nitrificación/Desnitrificación	☐ Ultravioleta	☐ .....
☐ Desarenado		☐ Lagunaje	☐ Eliminación de Fósforo	☐ Ultrafiltración / Ósmosis inversa	☐ .....
☐ Desengrasado		☐ Otros			

ESTACIÓN REGENERADORA DE LAS AGUAS

I) DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Nombre de la Estación		☐ En proyecto: ☐ Existente Año de construcción:.....

Propietario				CIF/NIF	
Situación	Lugar / Paraje / Polígono Industrial		Municipio	Provincia	
	Coordenadas	UTM X (6 dígitos)	UTM Y (7 dígitos)	Huso	Nº Hoja 1/50.000
	Polígono		Parcela		
Gestor responsable de la planta	Razón social		Telf.	Fax	

II) PROCESO REGENERACIÓN

	☐ Nitrificación/Desnitrificación ☐ Eliminación de Fósforo	☐ Desinfección (cloración) ☐ Ozonización	☐ Luz Ultravioleta ☐ Ultrafiltración / Ósmosis inversa	☐ ..... ☐	☐ ..... ☐ .....

Capacidad máxima de regeneración (m^3/h)		Régimen de funcionamiento	☐ Continuo ☐ Estacional

III) DESCRIPCIÓN O DIAGRAMA DEL PROCESO DE REUTILIZACIÓN

INFRAESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN
DESCRIPCIÓN O DIAGRAMA DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO
DESCRIPCIÓN O DIAGRAMA DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN
DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL
DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN

INFRAESTRUCTURAS DESDE LA SALIDA DEL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN HASTA LOS LUGARES DE USO

MEDIDAS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
MEDIDAS DE GESTIÓN DEL RIESGO EN CASO DE CALIDAD INADMISIBLE DE LAS AGUAS PARA EL USO ADMITIDO
¿Existe un plan de actuaciones en caso calidad inadmisible al uso? ☐ **Sí** ☐ **No**
RELACIÓN DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9. .....

Directiva 91 271 CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales

DIRECTIVA 91/271/CEE

SOBRE EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

Manual de interpretación y elaboración de informes

INDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. OBJETIVOS DEL MANUAL

3. INTRODUCCIÓN A LA DIRECTIVA
   - 3.1. Resumen de la *Directiva 91/271/CEE*
   - 3.2. Resumen de la *Decisión 93/481/CEE*
   - 3.3. Análisis de la transposición de la *Directiva 91/271/CEE*

4. CRITERIOS DE CONFORMIDAD DE LAS INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS
   - 4.1. Requisitos de los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas
   - 4.2. Métodos de referencia para el seguimiento y evaluación de resultados
   - 4.3. Criterio de cumplimiento

5. INFORMACIÓN NECESARIA PARA CUMPLIMENTAR LOS CUESTIONARIOS

6. CÓMO CUMPLIMENTAR EL CUESTIONARIO DE LA *DECISIÓN 93/481/CEE*

ANEXOS:

Anexo 1: Zonas sensibles declaradas

Anexo 2: Organismos responsables de cumplimentar los informes y plazos de entrega

Anexo 3: Modelo de ficha

Anexo 4: Texto consolidado de la *Directiva 91/271/CEE* (que incluye las modificaciones introducidas por la *98/15/CE*)

Anexo 5: Textos consolidados de las transposiciones de la Directiva elaborados por la Dirección General del Agua

DIRECTIVA 91/271/CEE SOBRE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

Manual de interpretación y elaboración de informes

1. INTRODUCCIÓN

La *Directiva 91/271/CEE,* modificada por la *Directiva 98/15/CE,* define los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas. Esta Directiva ha sido transpuesta a la normativa española por el R.D. Ley 11/1995, el R.D. 509/1996, que lo desarrolla, y el R.D. 2116/1998 que modifica el anterior.

Por su parte, la *Decisión 93/481/CEE* establece los modelos de presentación de la información que los Estados miembros deben remitir a la Comisión Europea sobre los programas establecidos para el desarrollo y cumplimiento de la citada Directiva.

El presente Manual sintetiza el contenido de la normativa referenciada anteriormente y detalla la información que debe facilitarse a la Comisión Europea.

2. OBJETIVOS DEL MANUAL

Los objetivos del Manual son:

- Sintetizar las obligaciones del Estado Español derivadas del cumplimiento de la *Directiva 91/271/CEE* sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, y *la Decisión 93/481/CEE*, que obliga a informar periódicamente sobre su desarrollo.
- Adoptar unos criterios uniformes para la información (contenido y formato), que los organismo encargados de su cumplimentación deben facilitar a la Dirección General del Agua.
- Poner de manifiesto quién debe aportar esa información y cuándo debe remitirla.

3. INTRODUCCIÓN A LA DIRECTIVA

A continuación se introducen de forma resumida los principales aspectos de la normativa, para facilitar su interpretación y la cumplimentación del cuestionario correspondiente.

3.1. Resumen de la *Directiva 91/271/CEE*

La *Directiva 91/271/CEE* establece las medidas necesarias que los Estados miembros han de adoptar para garantizar que las aguas residuales urbanas reciben un tratamiento adecuado antes de su vertido.

De forma resumida, la Directiva establece dos obligaciones claramente diferenciadas, en primer lugar las "aglomeraciones urbanas" deberán disponer, según los casos, de sistemas de colectores para la recogida y conducción de las aguas residuales y, en segundo lugar, se prevén distintos tratamientos a los que deberán someterse dichas aguas antes de su vertido a las aguas continentales o marinas.

En la determinación de los tratamientos a que deberán someterse las aguas residuales antes de su vertido, se tiene en cuenta las características del emplazamiento donde se producen. De acuerdo con esto, los tratamientos serán más o menos rigurosos según se efectúen en zonas calificadas como "sensibles", "menos sensibles" o "normales". En el Anexo nº I, de este Manual aparecen detalladas las zonas sensibles declaradas en España actualmente.

En concreto, en la *Directiva 91/271/CEE* se establecen los siguientes puntos:

- Los plazos para la instalación de sistemas colectores para las aguas residuales urbanas dependiendo del tamaño de las aglomeraciones, las características del área de vertido (zona sensible) y los requisitos que deben cumplir estos sistemas *(Artículo 3).*
- Los plazos para que los vertidos recogidos en los sistemas colectores, reciban un tratamiento secundario en función del tamaño de las aglomeraciones de las que procedan, así como los requisitos que deben cumplir los efluentes procedentes de las instalaciones donde se produce este tratamiento *(Artículo 4 y letra B Anexo I).*
- Los criterios para la determinación de zonas sensibles y menos sensibles *(Anexo II)*, los plazos para la depuración de las aguas residuales vertidas en estas zonas, junto con las características de las instalaciones de tratamiento y los requisitos que deben cumplir sus efluentes *(Artículos 5 y 6; letra B y cuadros 1 y 2 del Anexo I).*

- Los plazos y tratamiento adecuado para los vertidos recogidos en los sistemas colectores procedentes de las aglomeraciones no contempladas en los artículos anteriores *(Artículo 7)*.

- Los condicionantes medioambientales que deben contemplarse a la hora de elaborar las autorizaciones de vertido de instalaciones industriales cuando sus vertidos, previa depuración, sean realizados en sistemas de colectores e instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas (*Artículo 11, letra C del Anexo I).*

- Las condiciones de utilización y evacuación de los lodos generados en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, prohibiendo el vertido en aguas de superficie a partir del 31 de diciembre de 1998 *(Artículo 14).*

- Los controles analíticos (frecuencia y parámetros) a los que deben ser sometidos los vertidos y lodos procedentes de las instalaciones de depuración, así como de las aguas receptoras de aquéllos *(Artículo 15, letra D del Anexo I)*.

- El contenido de la información que los Estados miembros deben suministrar a la Comisión sobre el desarrollo de la Directiva es el siguiente:

  - Informe bienal de situación sobre el vertido de aguas residuales urbanas y lodos, *(Artículo 16)*.

  - Informe sobre el contenido de los programas nacionales de actuación elaborados para la aplicación de la Directiva *(Artículo 17.2).*

  - Informe bienal de actualización del desarrollo de los programas de actuación *(Artículo 17.3)*. Los métodos y modelos de presentación de los informes relacionados con este artículo, aparecen desarrollados en la *Decisión 93/448/CEE.*

  - A petición de la Comisión, se deberá informar sobre los resultados de los controles establecidos para:

    * Cumplimiento de los requisitos de vertido *(letra B Anexo I*) por parte de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, de acuerdo con los procedimientos establecidos *(letra D Anexo I).*

    * Cantidades y composición de los lodos vertidos en aguas de superficie.

    * Resultados de los controles establecidos sobre las aguas de superficie afectadas por vertidos (directos o depurados) biodegradables procedentes de los sectores industriales enumerados en el *Anexo III* (Industrias de transformación agroalimentarias).

Posteriormente, la Comisión de las Comunidades Europeas consideró que el cuadro 2 del anejo I de la *Directiva 91/271/CEE*, relativo a los requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas realizados en zonas sensibles

propensas a eutrofización, planteaba problemas de interpretación en algunos Estados miembros por lo que, en fecha 27 de febrero de 1998, adoptó la *Directiva 98/15/CE*, por la que se modifica la anterior, en lo relativo a las especificaciones del cuadro citado.

3.2. Resumen de la *Decisión 93/481/CEE*

La *Decisión 93/481/CEE* desarrolla el contenido de la *Directiva 91/271/CEE* en especial lo que se refiere al contenido del Apartado 4 del Artículo 17, en cuanto a los métodos y formas de presentar los informes relacionados con la adopción de los programas de desarrollo para la aplicación de la citada Directiva.

La información se estructura en dos partes fundamentales, por un lado la referida a los sistemas colectores, y por otro, las instalaciones de tratamiento. Para cada una de ellas desarrolla un inventario de la situación actual referido a los programas de actuación previstos en cuatro horizontes temporales diferenciando, según la zona (sensible, menos sensible y normal), dónde son de aplicación y las características del punto de vertido (aguas dulces y estuarios y aguas costeras). Finalmente, establece un cuestionario relativo a los programas de aplicación en cuanto a la eliminación y aprovechamiento de los lodos de depuración y un calendario con las inversiones presupuestadas en el conjunto de los programas de aplicación de la Directiva.

3.3. Análisis de la transposición de la *Directiva 91/271/CEE*

La transposición de la *Directiva 91/271/CEE* al Derecho español, está contenida en el Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre (BOE núm. 312, de 30 de diciembre), por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Por su parte, el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo (BOE núm. 77, de 29 de marzo) desarrolló el contenido del anteriormente citado, mediante la incorporación de los Anexos contenidos en la *Directiva 91/271/CEE*, que no habían sido incorporados inicialmente.

Para incorporar al ordenamiento jurídico español la *Directiva 98/15/CE*, resultó necesario modificar el cuadro 2 del anexo I del Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, lo que se llevó a cabo mediante el Real Decreto 2116/1998 de 2 de octubre (BOE núm. 251 de 20 Octubre).

De acuerdo con el contenido de la legislación nacional citada, corresponde a las Comunidades Autónomas (CC.AA.):

- la delimitación de las aglomeraciones urbanas

- la declaración de las zonas sensibles y zonas menos sensibles de acuerdo con las directrices marcadas en el Anexo II del R.D. 509/1996 para las zonas situadas en las cuencas hidrográficas intracomunitarias. Para las zonas sensibles situadas en cuencas hidrográficas que excedan el ámbito territorial de una comunidad autónoma, su declaración la realizará la Administración General del Estado. En este sentido, en el Anexo de la Resolución de 25 de mayo de 1998, de la Secretaría de Estado de Aguas y Costas (BOE núm. 155, de 30 de junio), aparece una relación de las zonas sensibles declaradas, en las nueve cuencas intercomunitarias del territorio español.

- La elaboración de los programas de aplicación del contenido del R.D.L. 11/1995.

En la Tabla Nº 1, se resumen los requerimientos establecidos en la *Directiva 91/271/CEE*. Como puede apreciarse, en función de la zona en la que se realice el vertido (normal, sensible o menos sensible) y del número de habitantes equivalentes de la aglomeración urbana, se exige un tipo de tratamiento, que debe estar en funcionamiento en la fecha indicada en la Tabla.

TABLA 1. REQUERIMIENTOS DE LA DIRECTIVA 91/271/CEE

NORMALES	**Aguas dulces y estuarios**	**T. adecuado** dic-05 art.7	**T. secundario** (1) dic-05 art.4.1.	**T. secundario** (1) dic-05 art.4.1.	**T. secundario** (1) dic-00 art.4.1.	**T. secundario** (1) dic-00 art.4.1.
	Aguas costeras	**T. adecuado** dic-05 art.7	**T. adecuado** dic-05 art.7	**T. secundario** dic-05 art.4.1.	**T. secundario** dic-00 art.4.1.	**T. secundario** dic-00 art.4.1.
SENSIBLES	**Aguas dulces y estuarios**	**T. adecuado** dic-05 art.7	**T. secundario** (1) dic-05 art.4.1.	**T. más riguroso** (1) dic-98 art.5.2.	**T. más riguroso** (1) dic-98 art.5.2.	**T. más riguroso** (1) dic-98 art.5.2.
	Aguas costeras	**T. adecuado** dic-05 art.7	**T. adecuado** dic-05 art.7	**T. más riguroso** dic-98 art.5.2.	**T. más riguroso** dic-98 art.5.2.	**T. más riguroso** dic-98 art.5.2.
MENOS SENSIBLES	**Estuarios**	**T. adecuado** dic-05 art.7	**T. menos riguroso** (2) dic-05 art.6.2.	**T. secundario** dic-05 art.4.1.	**T. secundario** dic-00 art.4.1.	**T. secundario** dic-00 art.4.1.
	Aguas costeras	**T. adecuado** dic-05 art.7	**T. adecuado** dic-05 art.7	**T. menos riguroso** (2) dic-05 art.6.2.	**T. menos riguroso** (2) dic-05 art.6.2.	**T. secundario** dic-00 art.4.1.

(1) Zonas de alta montaña >1.500 m de altitud. Tratamiento secundario menos riguroso para DBO_5 y SS incluso en caso de requerir tratamiento más riguroso para N y/o P

(2) El tratamiento menos riguroso, indicado para zonas menos sensibles, deberá ser equivalente como mínimo a un tratamiento primario

Los programas de aplicación de la *Directiva 91/271/CEE*, en España, se han introducido mediante la aprobación del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales (1995-2005) [Resolución de 28 de abril de 1995 de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 17 de febrero de 1995].

Este Plan desarrolla los Objetivos, Instrumentos y principales Líneas de Actuación sobre la gestión del dominio público hidráulico en relación con los vertidos de aguas residuales urbanas.

Establece un calendario de inversiones (repartido por CC.AA.) para el decenio que abarca, además de declarar una serie de actuaciones y obras como de interés general.

La articulación del Plan se realizó mediante Convenios de Colaboración entre el MOPTMA y las diferentes CC.AA., suscritos a lo largo de los años 1995 y 1996.

4. CRITERIOS DE CONFORMIDAD DE LAS INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS

4.1. Requisitos de los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas

Los requisitos que deben cumplir, tanto los vertidos como las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas, para que sean conformes a lo dispuesto en la *Directiva 91/271/CEE* aparecen descritos en las letras B y D de su Anexo I, y en los cuadros 1, 2 y 3 de este último.

En las Tablas 2, 3, 4 y 5 aparecen resumidos dichos requisitos.

TABLA 2. REQUISITOS PARA LOS VERTIDOS PROCEDENTES DE INSTALACIONES DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS MEDIANTE TRATAMIENTO SECUNDARIO (a)

Parámetros	**Concentración**	**Porcentaje mínimo de reducción** (b)
DBO_5 (c) (a 20º C sin nitrificación)	25 mg/L O_2	70-90 %
DQO	125 mg/L O_2	75 %
Total sólidos en suspensión	35 mg/L (d)	90 % (d)

(a) O proceso equivalente. Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de reducción.
(b) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.
(c) Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO), si puede establecerse una correlación entre la DBO_5 y el parámetro sustituto.
(d) Este requisito es optativo. Los análisis de vertidos procedentes de sistemas de depuración por lagunaje se llevarán a cabo sobre muestras filtradas; no obstante, la concentración de sólidos en suspensión en las muestras de agua sin filtrar no deberá superar los 150 mg/L.

TABLA 3. REQUISITOS PARA LOS VERTIDOS PROCEDENTES DE INSTALACIONES DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS EN ZONAS DE ALTA MONTAÑA (> 1.500 m) (a)

Parámetros		**Concentración**	**Porcentaje mínimo de reducción** (b)
DBO_5 (c) (a 20º C sin nitrificación)		25 mg/L O_2	40 %
DQO		125 mg/L O_2	75 %
Total sólidos en suspensión	2.000-10.000 h-e	60 mg/L	70 %
	> 10.000 h-e	35 mg/L	90 %

(a) Tratamiento biológico o menos riguroso, según art. 5.3 RD-Ley 11/95. Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de reducción
(b) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada
(c) Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO), si puede establecerse una correlación entre la DBO_5 y el parámetro sustituto

TABLA 4. REQUISITOS PARA LOS VERTIDOS PROCEDENTES DE INSTALACIONES DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS MEDIANTE TRATAMIENTO PRIMARIO	
Parámetros	**Porcentaje mínimo de reducción** (a)
DBO_5	20 %
Total sólidos en suspensión	50 %

(a) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

Para el caso de vertidos de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas realizados en zonas sensibles cuyas aguas sean eutróficas o tengan tendencia a serlo en un futuro próximo, además de los requisitos expresados en la Tabla 2, se deberán cumplir los contenidos en la Tabla 5.

TABLA 5. REQUISITOS PARA LOS VERTIDOS PROCEDENTES DE INSTALACIONES DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS MEDIANTE TRATAMIENTO MÁS RIGUROSO (a)			
Parámetros	**Concentración**		**Porcentaje mínimo de reducción** (b)
	10.000 a 100.000 h-e	**> 100.000 h-e**	
Fósforo total	2 mg/L P	1 mg/L P	80 %
Nitrógeno total (c) (mg/L N)	15 mg/L N (d)	10 mg/L N	70-80 %

(a) Según la situación local se podrá aplicar uno o los dos parámetros. Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de reducción

(b) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada

(c) Nitrógeno total equivalente a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (N orgánico y amoniacal), nitrógeno en forma de nitrato (NO_3) y nitrógeno en forma de nitrito (NO_2)

(d) Estos valores de concentración constituyen medias anuales según el punto 3º del apartado A) 2 del Anexo III del RD. 509/96. No obstante, los requisitos relativos al nitrógeno pueden comprobarse mediante medias diarias cuando se demuestre, que de conformidad con el apartado A)1 del Anexo III se obtiene el mismo nivel de protección. En ese caso la media diaria no deberá superar los 20 mg/L de Nitrógeno total para todas las muestras, cuando la temperatura del efluente del reactor biológico sea superior o igual a 12 º C. En sustitución del requisito relativo a la temperatura, se podrá aplicar una limitación del tiempo de funcionamiento que tenga en cuenta las condiciones climáticas regionales

Los requisitos para instalaciones individuales pueden no aplicarse, si la reducción de la carga total de todas las instalaciones que vierten a la zona sensible es del:

a. 75% para el P total

b. 75% para el N total

No obstante, las autorizaciones de vertido de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas, podrán imponer requisitos más rigurosos, cuando ello sea necesario para

garantizar que las aguas receptoras cumplan con los objetivos de calidad fijados en la normativa vigente.

En cuanto a los vertidos urbanos correspondientes a instalaciones de depuración inferiores a 2.000 h-e, la legislación determina que deberán recibir un "tratamiento adecuado". En este caso no se concreta el tipo de tratamiento ni límites de vertido asociados, solamente se exige que las aguas receptoras cumplan después del vertido los objetivos de calidad por usos y normas de calidad ambiental previstas para el medio receptor.

4.2. Métodos de referencia para el seguimiento y evaluación de resultados

La Tabla 6 muestra los métodos de medida de referencia, para los parámetros a determinar en los vertidos de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, que aparecen definidos en los cuadros I y II del Anexo del RD 509/96 y el Anexo del RD 2116/98. No obstante, dichos métodos podrán sustituirse por otros alternativos, siempre y cuando quede demostrado que se obtienen resultados equivalentes.

TABLA 6. MÉTODOS DE MEDIDA DE REFERENCIA

Parámetros	Método
DBO_5 (a 20º C sin nitrificación)	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Determinación del oxígeno disuelto antes y después de 5 días de incubación a 20 $\pm$ 1º C, en completa oscuridad. Aplicación de un inhibidor de la nitrificación
DQO	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Dicromato potásico
Total sólidos en suspensión	- Filtración de una muestra representativa a través de una membrana de filtración de 0,45 micras. Secado a 105 º C y pesaje - Centrifugación de una muestra representativa (durante 5 min como mínimo, con una aceleración de 2.800 a 3.200 g), secado a 105º C y pesaje
Fósforo total	Espectrofotometría de absorción molecular
Nitrógeno total	Espectrofotometría de absorción molecular

La metodología establecida para valorar el cumplimiento de los vertidos de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales según la normativa vigente está basada en un muestreo representativo del volumen de vertido sobre el que se realizan las determinaciones de los parámetros expresados en las Tablas 2, 3, 4 y 5 (dependiendo del tipo de instalación) y sobre los que finalmente se aplican los límites de concentración/porcentaje de reducción anteriormente definidos.

El número mínimo anual de muestras que deben ser recogidas a intervalos regulares durante el año para considerar un muestreo representativo, está definido en función del tamaño de la instalación y aparece recogido en la Tabla 7.

TABLA 7. FRECUENCIA DE MUESTREO EN VERTIDOS DE INTALACIONES DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS

Tamaño de la instalación	Número mínimo anual de muestras
2.000 ≤ h-e < 10.000	12 (a)
10.000 ≤ h-e < 50.000	12
h-e ≥ 50.000	24

(a) Durante el primer año. En años sucesivos 4 muestras/año, siempre que pueda demostrarse que el vertido durante el primer año es conforme a lo establecido en la normativa; si una de las cuatro muestras resultara no conforme, se tomarán 12 muestras el siguiente año.

La normativa establece que durante las operaciones de muestreo se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- No se computarán los valores extremos de la calidad del agua cuando estos sean consecuencia de situaciones inusuales, lluvias intensas, etc.

- Podrán usarse métodos alternativos, siempre que pueda demostrarse que se obtienen resultados equivalentes.

- Se tomarán muestras representativas durante un período de 24 horas, proporcionalmente al caudal o a intervalos regulares, en el mismo punto claramente definido de la salida de la instalación de tratamiento, y de ser necesario en su entrada, para vigilar el cumplimiento de los requisitos aplicables a los vertidos de aguas residuales.

- Se aplicarán las normas internacionales de laboratorio correctas con objeto de que se reduzca al mínimo el deterioro de las muestras en el tiempo transcurrido entre la recogida y el análisis.

4.3. Criterio de cumplimiento

El criterio de cumplimiento o conformidad de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas con arreglo a la normativa, queda establecido en función del número de

muestras cuyas concentraciones y/o reducciones de porcentaje en cada uno de los parámetros pertinentes reflejados en las Tablas 2, 3 y 4 (dependiendo del tipo de instalación), respetan los valores reflejados. En el caso de que algunas de las muestras anuales, no cumplan con los requerimientos expresados, se admiten dos desviaciones con relación al requerimiento anterior:

a) Que el número de muestras no conformes sea como máximo el que aparece reflejado en la Tabla 8.

b) Que la concentración de los parámetros reflejados en la Tabla 2 en las muestras no conformes, tomadas en condiciones normales de funcionamiento, no deberá desviarse del 100 por 100. En relación con los sólidos en suspensión, se podrá aceptar una desviación del 150 por 100 expresado en concentración.

Para el caso de los parámetros contenidos en la Tabla 5, (aplicable a instalaciones que vierten en zonas sensibles, cuyas aguas sean eutróficas o tengan tendencia a serlo en un futuro próximo), la media anual de las muestras deberá respetar los valores correspondientes a cada uno de los parámetros.

TABLA 8. NÚMERO MÁXIMO PERMITIDO DE MUESTRAS NO CONFORMES EN FUNCIÓN DE LAS SERIES DE MUESTRAS TOMADAS EN UN AÑO

Series de muestras tomadas en un año	Número máximo permitido de muestras no conformes
4-7	1
8-16	2
17-28	3
29-40	4
41-53	5
54-67	6
68-81	7
82-95	8
96-110	9
111-125	10
126-140	11
141-155	12
156-171	13
172-187	14
188-203	15
204-219	16
220-235	17
236-251	18
252-268	19
269-284	20
285-300	21
301-317	22
318-334	23
335-350	24
351-365	25

REAL DECRETO 833/1988 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

- De la Orden del Ministerio de Hacienda de 14 de febrero de 1978, sobre régimen de las entidadades de financiación, modificada por la Orden de 19 de junio de 1979: el artículo 13.
- Del Real Decreto-ley 5/1978, de 6 de marzo, por el que se modifican las facultades del Banco de España previstas en la Ley de ordenación Bancaria de 31 de diciembre de 1946 y el Decreto-ley 18/1962, de 7 de junio: el artículo 1.
- Del Real Decreto 2860/1978, de 3 de noviembre, por el que se regulan las Cooperativas de Crédito: el artículo 8.
- De la Ley 27/1980, de 19 de mayo, de modificación de la Ley de 17 de julio de 1951, sobre Régimen Jurídico de las Sociedades Anónimas y de la Ley de 24 de diciembre de 1964, sobre emisión de obligaciones: el número 2 de la disposición adicional.
- De la Ley 2/1981, de 25 de marzo, sobre Regulación del Mercado Hipotecario: el artículo 21 (con excepción del párrafo primero).
- Del Real Decreto 685/1982, de 17 de marzo, por el que se desarrollan determinados aspectos de la Ley 2/1981, de 25 de marzo, sobre Regulación del Mercado Hipotecario: los artículos 76 a 79.
- Del Real Decreto-ley 18/1982, de 24 de septiembre, sobre Fondos de garantía de depósitos en Cajas de Ahorro y Cooperativas de Crédito: el artículo 5.
-De la Ley 13/1985, de 25 de mayo, sobre Coeficientes de inversión, recursos propios y obligaciones de información de los intermediarios financieros: el artículo duodécimo.

Por tanto,
Mando a todos los españoles, particulares y autoridades, que guarden y hagan guardar esta Ley.

Palma de Mallorca a 29 de julio de 1988.

El Presidente del Gobierno,
FELIPE GONZALEZ MARQUEZ

JUAN CARLOS R.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y HACIENDA

18846 *REAL DECRETO 831/1988, de 29 de julio, por el que se declaran libres de derechos arancelarios, hasta el 31 de diciembre de 1988, las importaciones de policloruro de vinilo (PVC), clasificado en la subpartida 3904.10.00.0 del vigente Arancel de Aduanas.*

El Real Decreto 1455/1987, de 27 de noviembre, prevé en su artículo 4.° la posibilidad de formular peticiones o reclamaciones en materia arancelaria a los Organismos, Entidades o personas interesadas, en defensa de sus legítimos intereses, a tenor de lo dispuesto en el artículo 8.° de la Ley Arancelaria. Por otra parte, el artículo 33 del Acta de Adhesión de España a las Comunidades Europeas reconoce la posibilidad de suspender total o parcialmente los derechos arancelarios en los intercambios hispanocomunitarios.

En atención a las peticiones formuladas al amparo de dicho Real Decreto y con el informe favorable de la Junta Superior Arancelaria, se considera conveniente declarar libre de derechos la importación de la Comunidad Económica Europea y zonas con el mismo tratamiento arancelario de 3.000 toneladas del producto que se señala en el presente Real Decreto.

El objetivo de dicha medida consiste en atender a la demanda nacional de policloruro de vinilo (PVC), ante la disminución, tanto de la oferta interna como de la comunitaria, con la consiguiente tensión en los precios.

En su virtud, con el dictamen favorable de la Junta Superior Arancelaria, y vistos los artículos 6.4 de la Ley Arancelaria y 33 del Acta de Adhesión de España a las Comunidades Europeas, a propuesta del Ministro de Economía y Hacienda, y previa aprobación por el Consejo de Ministros del día 29 de julio de 1988,

DISPONGO:

Artículo 1.° Se declaran libres de derechos, dentro de un límite máximo de 3.000 toneladas y hasta el 31 de diciembre de 1988, las importaciones de policloruro de vinilo (PVC), clasificado en la subpartida 3904.10.00.0 del vigente Arancel de Aduanas, cuando sea originario y procedente de la Comunidad Económica Europea, o se encuentre en libre práctica en su territorio, o bien sea originario y procedente de países que se beneficien del mismo tratamiento arancelario en virtud de las disposiciones comunitarias vigentes en cada momento.

Art. 2.° La distribución entre los importadores interesados se efectuará por los Servicios competentes de la Dirección General de Comercio Exterior.

Art. 3.° El presente Real Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Palma de Mallorca a 29 de julio de 1988.

El Ministro de Economía y Hacienda,
CARLOS SOLCHAGA CATALAN

JUAN CARLOS R.

18847 *REAL DECRETO 832/1988, de 29 de julio, por el que se consideran los sábados comprendidos entre los días 1 de junio y 30 de septiembre, inhábiles para realizar ingresos en favor de la Hacienda Pública y para el cómputo de determinados plazos.*

Publicado en el «Boletín Oficial del Estado» del día 19 de mayo de 1988 el Convenio Colectivo para la Banca Privada, en el que se incluye la libranza de los sábados comprendidos entre el 1 de junio y el 30 de septiembre, y constituyendo las Entidades integradas en la Banca Privada el grupo más importante de las Entidades colaboradoras, se considera necesario declarar inhábiles dichos días, dada la generalidad que a la citada modalidad de ingreso concede el Real Decreto 2659/1985, de 4 de diciembre.

En su virtud, de acuerdo con el Consejo de Estado, a propuesta del Ministro de Economía y Hacienda, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 29 de julio de 1988,

DISPONGO:

Artículo 1.° Los sábados comprendidos entre el día 1 de junio y el 30 de septiembre de cada año serán inhábiles para el cómputo de los plazos de ingreso por Entidades colaboradoras en el Banco de España.

Art. 2.° Los vencimientos de cantidades que hayan de ingresarse por débitos a la Hacienda Pública a través de Entidades colaboradoras que coincidan con alguno de los sábados comprendidos entre el 1 de junio y el 30 de septiembre, quedan trasladados al primer día hábil siguiente al mismo.

DISPOSICION FINAL

El presente Real Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Palma de Mallorca a 29 de julio de 1988.

El Ministro de Economía y Hacienda,
CARLOS SOLCHAGA CATALAN

JUAN CARLOS R.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO

18848 *REAL DECRETO 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.*

La consecución de los objetivos propuestos en la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, que incorpora al ordenamiento interno la Directiva 78/319/CEE, de 20 de marzo, relativa a los residuos citados, exige regular minuciosamente las actividades de productor y de gestor de los indicados residuos, al objeto de garantizar plenamente que su tratamiento y el adecuado control logren la inocuidad pretendida para la población y el medio ambiente.

En cumplimiento de lo ordenado en el punto 1 de la disposición adicional primera de la Ley Básica se elabora el presente Reglamento, regulador de las actividades de producción y gestión de residuos tóxicos y peligrosos, del control y seguimiento de los citados residuos, y asimismo, de las responsabilidades, infracciones y sanciones que puedan derivarse del inadecuado ejercicio de las citadas actividades.

Se trata, pues, de una norma que desarrolla la Ley en los aspectos indicados, posibilitando su efectiva aplicación, de la que se van a obtener los datos precisos para la elaboración e implantación de ulteriores medidas que completen las posibilidades ofrecidas por la Ley y el logro pleno de sus objetivos.

El Reglamento se estructura en cinco capítulos, reguladores, respectivamente, de: Disposiciones generales (capítulo I), régimen jurídico de la producción (capítulo II), régimen jurídico de la gestión (capítulo III), de la vigilancia, inspección y control (capítulo IV), responsabilidades, infracciones y sanciones (capítulo V). Dos disposiciones transitorias y una adicional regulan la obligación de someterse a lo dispuesto en él a los productores y gestores de residuos tóxicos y peligrosos existentes a la fecha de su entrada en vigor.

De conformidad con lo establecido en la disposición adicional primera, puntos 2 y 3, de la Ley Básica, los preceptos del Reglamento reguladores de las condiciones mínimas para la autorización de instalaciones de industrias productoras y de operaciones de gestión, de las obligaciones de productores y gestores y de la confidencialidad de la información tienen carácter básico, teniendo el resto de los preceptos del mismo el carácter de normas supletorias aplicables, en su caso, en los territorios de las Comunidades Autónomas en la forma que proceda según sus respectivas competencias.

En su virtud, de acuerdo con el Consejo de Estado, a propuesta del Ministro de Obras Públicas y Urbanismo y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 20 de julio de 1988.

DISPONGO:

Artículo único.–Se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, que figura como anexo al presente Real Decreto.

DISPOSICION FINAL

Se faculta al Ministro de Obras Públicas y Urbanismo para dictar cuantas disposiciones sean necesarias para el cumplimiento de lo establecido en el citado Reglamento.

Dado en Madrid a 20 de julio de 1988.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Obras Públicas y Urbanismo.
JAVIER LUIS SAENZ DE COSCULLUELA

CAPITULO PRIMERO

Disposiciones generales

Artículo 1.° *Objeto.*–El presente Reglamento tiene por objeto el desarrollo de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos para que las actividades productoras de dichos residuos y la gestión de los mismos se realicen garantizando la protección de la salud humana, la defensa del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales.

Art. 2.° *Normas básicas.*–1. Tendrán carácter básico las normas del presente Reglamento contenidas en los artículos 5, 6, 7, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 31, 32, 35, 37, 38, 40, 41, 43, 46 y 47, reguladoras de las condiciones mínimas para la autorización de instalaciones de industrias productoras y de operaciones de gestión, de las obligaciones de productores y gestores y de la confidencialidad de información.

Art. 3.° *Definiciones.*–A efectos de la aplicación de la Ley 20/1986 y del presente Reglamento, además de las definiciones recogidas en el artículo 2.° de aquélla, se tendrán en cuenta las siguientes:

Pretratamiento: Operación que mediante la modificación de las características físicas o químicas del residuo persigue una mayor facilidad para su manipulación, tratamiento o eliminación.

Envases: Material o recipiente destinado a envolver o contener temporalmente residuos tóxicos y peligrosos durante las operaciones que componen la gestión de los mismos.

Centro de recogida: Instalación destinada a la recogida y agrupamiento, almacenamiento temporal y posible pretratamiento de los residuos tóxicos y peligrosos procedentes de los productores, con la finalidad de actuar como centros de regulación de flujo de residuos remitidos a una instalación de tratamiento o eliminación.

Instalación de tratamiento: Las instalaciones industriales que a través de una serie de procesos físicos, químicos o biológicos persiguen la reducción o anulación de los efectos nocivos de los residuos tóxicos y peligrosos o la recuperación de los recursos que contienen.

Instalaciones de eliminación: Las instalaciones destinadas al confinamiento definitivo o destrucción de los residuos tóxicos y peligrosos.

Reutilización: Empleo de un material recuperado en otro ciclo de producción distinto al que le dio origen o como bien de consumo.

Reciclado: Introducción de un material recuperado en el ciclo de producción en que ha sido generado.

Regeneración: Tratamiento a que es sometido un producto usado o desgastado a efectos de devolverle las cualidades originales que permitan su reutilización.

Art. 4.° *Ambito de aplicación.*–1. El presente Reglamento será de aplicación a las actividades productoras de residuos tóxicos y peligrosos, a las actividades de gestión de los citados residuos, a los recipientes y a los envases vacíos que los hubieran contenido.

2. Tendrán el carácter de residuos tóxicos y peligrosos aquellos que por su contenido, forma de presentación u otras características puedan considerarse como tales, según los criterios que se establecen en el anexo I del presente Reglamento, incluyendo asimismo los recipientes y envases que los hubieran contenido y se destinen al abandono.

3. Se excluyen del ámbito de aplicación del presente Real Decreto los residuos radiactivos, los residuos mineros, las emisiones a la atmósfera y los efluentes cuyo vertido al alcantarillado, a los cursos de agua o al mar esté regulado en la legislación vigente, sin perjuicio de que en dichos vertidos se evite trasladar la contaminación o el deterioro ambiental a otro medio receptor.

Art. 5.° *Régimen especial para situaciones de emergencia.*–1. En las situaciones de emergencia que pudieran derivarse de la producción y gestión de residuos tóxicos y peligrosos se estará a lo dispuesto en la legislación de protección civil.

2. Las autorizaciones que se otorguen tanto para la producción como para la gestión de residuos tóxicos y peligrosos se condicionarán al cumplimiento de las exigencias establecidas en la legislación citada en el párrafo anterior.

Art. 6.° *Seguro de responsabilidad civil.*–1. La Administración Pública competente para el otorgamiento de la autorización de instalación y funcionamiento de industrias o actividades productoras de residuos tóxicos y peligrosos podrá exigir la constitución de un seguro que cubra las responsabilidades a que puedan dar lugar sus actividades.

2. La autorización de gestión de los residuos tóxicos y peligrosos quedará sujeta a la constitución por el solicitante de un seguro de responsabilidad civil que cubra el riesgo de indemnización por los posibles daños causados a terceras personas o a sus cosas, derivado del ejercicio de las actividades objeto de la citada autorización administrativa.

Asimismo, se exigirá la contratación del seguro de responsabilidad civil a aquellos productores que realicen actividades de gestión, para cubrir las responsabilidades que de ellas se deriven.

3. Cuando la ampliación o modificación de instalaciones o actividades tanto productoras como gestoras, a juicio de la Administración, impliquen un aumento de la cuantía a asegurar, ésta, asimismo, se fijará en la correspondiente autorización.

4. El seguro debe cubrir, en todo caso:

a) Las indemnizaciones debidas por muerte, lesiones o enfermedad de las personas.

b) Las indemnizaciones debidas por daños en las cosas.

c) Los costes de reparación y recuperación del medio ambiente alterado.

5. El límite cuantitativo de las responsabilidades a asegurar será fijado por la Administración, al tiempo de concederse la autorización, conforme a lo dispuesto en el apartado 2 y deberá actualizarse anualmente en el porcentaje de variación que experimente el índice general de precios oficialmente publicado por el Instituto Nacional de Estadística. El referido porcentaje se aplicará cada año sobre la cifra de capital asegurado del período inmediatamente anterior.

6. Sólo podrá ser extinguido el contrato de seguro a instancia del asegurado en alguno de los casos siguientes:

a) Que el contrato sea sustituido por otro de las mismas características y que cubra, como mínimo, los riesgos expresados en el punto 4 del presente artículo.

b) Que cese la actividad productora o gestora de residuos tóxicos y peligrosos, previa comunicación a la Administración que la autorizó, y en el caso de Empresas gestoras, una vez autorizado el cese por la Administración, sin perjuicio de las responsabilidades que se deriven del período en que han estado ejerciendo las actividades, de conformidad con lo preceptuado en el Código Civil.

7. El productor o gestor de residuos tóxicos o peligrosos deberá mantener el contrato de seguro apto para la cobertura de los riesgos asegurados.

En el supuesto de suspensión de esta cobertura, o de extinción del contrato de seguro por cualquier causa, la Compañía aseguradora comunicará tales hechos a la Administración autorizante, quien otorgará un plazo al productor o gestor de los residuos para la rehabilitación de aquella cobertura o para la suscripción de un nuevo seguro.

Entretanto quedará suspendida la eficacia de la autorización otorgada, no pudiendo el productor o gestor ejercer las actividades para las que ha sido autorizado.

Art. 7.° *Confidencialidad.*–1. Sin perjuicio de lo establecido en la Leyes reguladoras de la Defensa Nacional, la información que proporcionen a la Administración los productores y gestores de residuos tóxicos y peligrosos será confidencial en los aspectos relativos a los procesos industriales.

2. Los productores y gestores de residuos tóxicos y peligrosos podrán formular a la Administración petición de confidencialidad respecto de otros extremos de la información que aportan. La Administración accederá a lo solicitado, salvo que existan razones suficientes para denegar la petición, en cuyo supuesto la resolución habrá de fundamentarse debidamente.

Art. 8.° *Funciones de la Administración del Estado en materia de residuos tóxicos y peligrosos.*–Corresponde a la Administración del Estado:

a) Coordinar la política de residuos tóxicos y peligrosos en todo el territorio nacional.

b) Sin perjuicio de las facultades ejecutivas que al Estado le correspondan sobre los residuos importados y exportados llevará a cabo también la coordinación de las actividades relativas a los residuos tóxicos y peligrosos que afecten a más de una Comunidad Autónoma, para lo cual establecerá los instrumentos de información que sean necesarios, además de los previstos en este Reglamento.

c) Recabar de las Administraciones Públicas respecto de las actividades generadoras y de las de gestión de residuos tóxicos y peligrosos la información precisa para cumplir las Directivas de la Comunidad Económica Europea y para coordinar la política nacional en esta materia.

d) Ejercer la potestad sancionadora en los términos previstos del presente Reglamento.

e) Coordinar la política de residuos tóxicos y peligrosos con los Estados Miembros de la Comunidad Europea y con terceros Estados.

Las funciones señaladas en los apartados anteriores se realizarán por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo al que también corresponde conceder, en coordinación con el Ministerio de Transportes,

Turismo y Comunicaciones la autorización a que se refiere el artículo 23 y siguientes del presente Reglamento para las actividades de gestión de residuos tóxicos y peligrosos a realizar en cualquier zona del mar territorial, sin perjuicio de las demás autorizaciones e informes que se requieran por la normativa vigente.

Art. 9.º *Cooperación entre Administraciones Públicas.*-1. La Administración del Estado prestará a las Comunidades Autónomas la asistencia necesaria al objeto de lograr una coordinación adecuada que haga posible de manera eficaz la consecución del triple objetivo establecido en el artículo primero de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

2. Recíprocamente, con idéntico objeto, para posibilitar a la Administración del Estado el cumplimiento de lo previsto en la Ley y en el artículo 8 del presente Reglamento, las Comunidades Autónomas prestarán a aquélla la colaboración que precise.

3. La Administración Local y las demás Administraciones Públicas ajustarán sus relaciones recíprocas a los deberes de información mutua, colaboración, coordinación y respeto a los ámbitos competenciales respectivos, en los términos establecidos en las normas reguladoras de las Bases del Régimen Local.

CAPITULO II

Régimen jurídico de la producción

SECCIÓN 1.ª AUTORIZACIONES

Art. 10. *Régimen de autorización de actividades productoras de residuos tóxicos y peligrosos.*-1. La instalación, ampliación o reforma de industrias o actividades generadoras o importadoras de residuos tóxicos y peligrosos o manipuladoras de productos de los que pudieran derivarse residuos del indicado carácter, requerirá la autorización del órgano competente de la Comunidad Autónoma en cuyo territorio se pretendan ubicar, sin perjuicio de las demás autorizaciones exigibles por el ordenamiento jurídico.

2. La persona física o jurídica que se proponga instalar una industria o realizar una actividad de las indicadas en el punto anterior, deberá acompañar a la solicitud de autorización, un estudio sobre cantidades e identificación de residuos según el anexo I, prescripciones técnicas, precauciones que habrán de tomarse, lugares y métodos de tratamiento y depósito.

3. Las autorizaciones para la realización de actividades productoras de residuos tóxicos y peligrosos deberán determinar las condiciones y requisitos necesarios para su ejercicio y específicamente la necesidad o no de suscribir un contrato de seguro en los términos previstos en el artículo 6 del presente Reglamento; igualmente, incluirán la obligación por parte del titular de la actividad de cumplir todas las prescripciones que sobre la producción de residuos tóxicos y peligrosos se establecen en la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos y en este Reglamento. La existencia de los requisitos determinados en la autorización deberá perdurar durante todo el tiempo de ejercicio de la actividad autorizada.

4. La efectividad de las autorizaciones quedará subordinada al cumplimiento de todas las condiciones y requisitos establecidos en las mismas, no pudiendo comenzarse el ejercicio de la actividad hasta que dicho cumplimiento sea acreditado ante la Administración autorizante, quien levantará el oportuno acta de comprobación en presencia del interesado.

Art. 11. *Contenido del estudio.*-El estudio a que se refiere el artículo anterior tendrá, al menos, el contenido siguiente:

a) Memoria de la actividad industrial, haciendo una declaración detallada de los procesos generadores de los residuos, cantidad, composición, características físico-químicas y código de identificación de los mismos, según se especifica en el anexo I.

b) Descripción de los agrupamientos, pretratamientos y tratamientos «in situ» previstos.

c) Destino final de los residuos, con descripción de los sistemas de almacenamiento y recogida, transporte, tratamiento, recuperación y eliminación previstos.

d) Plano de la implantación de la instalación prevista, sobre cartografía a escala 1:5.000 con descripción del entorno.

e) Plano de parcela a escala 1:500 en el que se representen las instalaciones proyectadas.

f) Justificación de la adopción de las medidas de seguridad exigidas para la actividad, y de aquellas otras exigidas en la vigente legislación sobre protección civil.

Art. 12. *Autorización para la importación de residuos tóxicos y peligrosos.*-1. Cada importación de residuos tóxicos y peligrosos con destino final en España deberá contar con una autorización previa del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, sin perjuicio del cumplimiento de la legislación vigente en materia de Comercio Exterior. Esta autorización será independiente de las autorizaciones que precise el importador en cuanto productor y, en su caso, gestor de los indicados residuos.

2. El importador, en la solicitud de autorización, hará constar, al menos, los siguientes datos:

a) Cantidad, composición, estado, características físico-químicas y código de identificación de los residuos, conforme al anexo I del presente Reglamento.

b) Descripción de las operaciones a realizar por el propio importador y justificación de contar con las correspondientes autorizaciones para su realización.

c) Destino final previsto para los residuos.

d) Copia del documento de aceptación de los residuos por gestor autorizado.

3. El Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo deberá responder al solicitante en un plazo máximo de quince días, a partir del día siguiente al de la fecha de recepción de la solicitud, autorizando o denegando la autorización solicitada mediante resolución motivada.

SECCIÓN 2.ª OBLIGACIONES DE LOS PRODUCTORES

Art. 13. *Envasado de residuos tóxicos y peligrosos.*-Los productores, además de cumplir las normas técnicas vigentes relativas al envasado de productos que afecten a los residuos tóxicos y peligrosos, deberán observar las siguientes normas de seguridad:

a) Los envases y sus cierres estarán concebidos y realizados de forma que se evite cualquier pérdida de contenido y construidos con materiales no susceptibles de ser atacados por el contenido ni de formar con éste combinaciones peligrosas.

b) Los envases y sus cierres serán sólidos y resistentes para responder con seguridad a las manipulaciones necesarias y se mantendrán en buenas condiciones, sin defectos estructurales y si fugas aparentes.

c) Los recipientes destinados a envasar residuos tóxicos y peligrosos que se encuentren en estado de gas comprimido, licuado o disuelto a presión, cumplirán la legislación vigente en la materia.

d) El envasado y almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos se hará de forma que se evite generación de calor, explosiones, igniciones, formación de sustancias tóxicas o cualquier efecto que aumente su peligrosidad o dificulte su gestión.

Art. 14. *Etiquetado de residuos tóxicos y peligrosos.*-1. Los recipientes o envases que contengan residuos tóxicos y peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del Estado.

2. En la etiqueta deberá figurar:

a) El código de identificación de los residuos que contiene, según el sistema de identificación que se describe en el anexo I.

b) Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos.

c) Fechas de envasado.

d) La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos.

3. Para indicar la naturaleza de los riesgos deberán usarse en los envases los siguientes pictogramas, representados según el anexo II y dibujados en negro sobre fondo amarillo-naranja:

Explosivo: Una bomba explosionando (E).
Comburente: Una llama por encima de un círculo (O).
Inflamable: Una llama (F).
Fácilmente inflamable y extremadamente inflamable: Una llama (F^+).
Tóxico: Una calavera sobre tibias cruzadas (T).
Nocivo: Una cruz de San Andrés (X_n).
Irritante: Una cruz de San Andrés (Xi).
Corrosivo: Una representación de un ácido en acción (C).

4. Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de riesgo se tendrán en cuenta los criterios siguientes:

a) La obligación de poner el indicador de riesgo de residuo tóxico hace que sea facultativa la inclusión de los indicadores de riesgo de residuos nocivo y corrosivo.

b) La obligación de poner el indicador de riesgo de residuo explosivo hace que sea facultativa la inclusión del indicador de riesgo de residuo inflamable y comburente.

5. La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo.

El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10 × 10 cm.

6. No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones a que hace referencia el apartado 2, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos en el presente artículo.

Art. 15. *Almacenamiento de residuos tóxicos y peligrosos.*-1. Los productores dispondrán de zonas de almacenamiento de los residuos

tóxicos y peligrosos para su gestión posterior, bien en la propia instalación, siempre que esté debidamente autorizada, bien mediante su cesión a una entidad gestora de estos residuos.

2. El almacenamiento de residuos y las instalaciones necesarias para el mismo deberán cumplir con la legislación y normas técnicas que les sean de aplicación.

3. El tiempo de almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos por parte de los productores no podrá exceder de seis meses, salvo autorización especial del órgano competente de la Comunidad Autónoma donde se lleve a cabo dicho almacenamiento.

Art. 16. *Registro.*-1. El productor de residuos tóxicos y peligrosos está obligado a llevar un registro en el que conste la cantidad, naturaleza, identificación según el anexo I, origen, métodos y lugares de tratamiento, así como las fechas de generación y cesión de tales residuos.

2. Asimismo debe registrar y conservar los documentos de aceptación de los residuos en las instalaciones de tratamiento o eliminación a que se refiere el artículo 34 del presente Reglamento durante un tiempo no inferior a cinco años.

3. Durante el mismo período debe conservar los ejemplares del «documento de control y seguimiento» del origen y destino de los residuos a que se refiere el artículo 35 del presente Reglamento.

Art. 17. *Contenido del Registro.*-En el Registro a que se refiere el artículo anterior deberán constar concretamente los datos que a continuación se indican:

a) Origen de los residuos, indicando si éstos proceden de generación propia o de importación.
b) Cantidad, naturaleza y código de identificación de los residuos según el anexo I.
c) Fecha de cesión de los mismos.
d) Fecha y descripción de los pretratamientos realizados, en su caso.
e) Fecha de inicio y finalización del almacenamiento temporal, en su caso.
f) Fecha y número de la partida arancelaria en caso de importación de residuos tóxicos y peligrosos.
g) Fecha y descripción de las operaciones de tratamiento y eliminación en caso de productor autorizado a realizar operaciones de gestión «in situ».

Art. 18. *Declaración anual.*-1. Anualmente el productor de residuos tóxicos y peligrosos deberá declarar al órgano competente de la Comuniad Autónoma, y por su mediación a la Dirección General del Medio Ambiente del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, el origen y cantidad de los residuos producidos, el destino dado a cada uno de ellos y la relación de los que se encuentren almacenados temporalmente, así como las incidencias relevantes acaecidas en el año inmediatamente anterior.

2. El productor conservará copia de la declaración anual durante un período no inferior a cinco años.

Art. 19. *Formalización de la declaración anual.*-La declaración anual, que se presentará antes del día 1 de marzo, así como, en todo caso, la correspondiente información a la Dirección General del Medio Ambiente del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, se formalizará en el modelo que se especifica en el anexo III del presente Reglamento.

Art. 20. *Solicitud de admisión.*-1. El productor de un residuo tóxico y peligroso, antes de su traslado desde el lugar de origen hasta una instalación de tratamiento o eliminación, tendrá que contar, como requisito imprescindible, con un compromiso documental de aceptación por parte del gestor.

2. El productor deberá cursar al gestor una solicitud de aceptación por este último de los residuos a tratar, que contendrá, además de las características sobre el estado de los residuos, lo datos siguientes:

Identificación según anexo I.
Propiedades físico-químicas.
Composición química.
Volumen y peso.
El plazo de recogida de los residuos.

3. El productor es responsable de la veracidad de los datos relativos a los residuos y está obligado a suministrar la información necesaria que le sea requerida para facilitar su gestión.

4. El falseamiento demostrado de los datos suministrados a la instalación gestora para conseguir la aceptación de los residuos, obliga al productor a sufragar los gastos del transporte de retorno al lugar de producción de los residuos no aceptados por dicha causa.

Art. 21. *Otras obligaciones del productor.*-Serán también obligaciones del productor:

1. Cumplimentar los documentos de control y seguimiento de los residuos tóxicos y peligrosos desde el lugar de producción hasta los centros de recogida, tratamiento o eliminación, con arreglo a lo dispuesto en el artículo 35.

2. Comunicar, de forma inmediata, al Organo competente de la Comunidad Autónoma en cuyo territorio esté ubicada la instalación productora, y por su mediación a la Dirección General del Medio Ambiente del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, los casos de desaparición, pérdida o escape de residuos tóxicos y peligrosos, sin perjucio de las obligaciones que se deriven del cumplimiento del artículo 5 del presente Reglamento.

3. No entregar residuos tóxicos y peligrosos a un transportista que no reúna los requisitos exigidos por la legislación vigente para el transporte de este tipo de productos.

Art. 22. *De los pequeños productores.*-1. Se considerarán pequeños productores aquellos que por generar o importar menos de 10.000 kilogramos al año de residuos tóxicos y peligrosos, adquieran este carácter mediante su inscripción en el registro que a tal efecto llevarán los órganos competentes de las Comunidades Autónomas.

2. No obstante, en atención al riesgo que para la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente represente el residuo tóxico y peligroso producido, conforme a los criterios señalados en el anexo I del presente Reglamento, se podrá denegar o autorizar la inscripción en el registro a quienes, respectivamente, no alcancen o superen la cuantía señalada en el apartado anterior.

3. Los pequeños productores cumplirán las obligaciones impuestas en el presente capítulo, salvo las establecidas en el artículo 4 de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, y la relativa a la presentación de la declaración anual a que se refiere el artículo 18 del presente Reglamento.

CAPITULO III

Régimen jurídico de la gestión

Sección 1.ª Autorizaciones

Art. 23. *Régimen de autorizaciones.*-1. La realización de actividades de gestión de residuos tóxicos y peligrosos estará sometida a autorización administrativa previa, expedida por el órgano ambiental competente sin perjuicio de la legislación vigente en materia de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.

2. La autorización es exigible igualmente al productor que trate o elimine sus propios residuos, salvo que carezca de la consideración de gestor con arreglo al artículo siguiente.

Art. 24. *Condición de gestor.*-1. Tendrán la condición de gestores:

a) Las personas físicas o jurídicas que, no siendo productores, realicen actividades de gestión de residuos tóxicos y peligrosos, definidas como tales en la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, o en el presente Reglamento.
b) Los productores respecto a sus propios residuos, cuando realicen actividades de gestión de los mismos.
c) Los productores cuando realicen operaciones de gestión con residuos procedentes de otros productores o gestores.

2. No tendrán la condición de gestor aquellos productores que realicen operaciones de agrupamiento de sus residuos o de almacenamiento temporal de los mismos, al objeto de facilitar o posibilitar las operaciones de gestión posteriores.

Art. 25. *Tramitación de autorizaciones.*-1. La autorización relativa al ejercicio de actividades de gestión de residuos tóxicos y peligrosos será otorgada o denegada por el órgano competente de la Comunidad Autónoma en cuyo territorio vayan a ser ubicadas las instalaciones correspondientes, previa solicitud por parte de la persona física o jurídica que se proponga realizar la actividad.

2. La solicitud a que se refiere el punto anterior habrá de justificarse mediante un estudio de la tecnología aplicable a las instalaciones y a su funcionamiento, proceso de tratamiento o eliminación, dotaciones de personal y material y, en general, prescripciones técnicas, así como de las medidas de control y corrección de las consecuencias que puedan derivarse de averías o accidentes.

Art. 26. *Contenido del estudio.*-El estudio a que se refiere el punto 2 del artículo anterior constará de los siguientes documentos:

1. Proyecto Técnico.-El contenido del mismo se ajustará en todo momento a las normas e Instrucciones Técnicas vigentes para el tipo de actividad e instalaciones de que se trate.

El proyecto constará de:

a) Memoria:

Comprenderá un estudio descriptivo con justificaciones técnicas y económicas relativas a la tecnología adoptada; de las soluciones utilizadas en las diferentes instalaciones y procesos; de la obra civil; de los equipos; del laboratorio; de los servicios auxiliares, y de cuantos otros aspectos se consideren de interés.

Como anexos a la Memoria se incluirán, como mínimo, los siguientes:

Justificación del conjunto de las dimensiones de la instalación, su proceso y otros elementos.

Soluciones o variantes adoptadas para futuras ampliaciones con justificación de que su implantación no supondrá obstrucción en el funcionamiento de la primera instalación.
Sistema de toma de muestras.
Esquema funcional de la instalación. Balances de materia y energía.
Descripción y diagramas de principio de las instalaciones generales, tales como suministro y evaluación de aguas, generación de calor, abastecimiento de energía, alimentación de receptores, etc.
Seguridad e higiene en las instalaciones.
Plan de Obras.
Descripción de pruebas, ensayos y análisis de reconocimiento y funcionamiento.
Normativa aplicable.

b) Planos:

Se incluirán planos de las obras e instalaciones, que comprenderán:

Plano de situación.
Plano de conjunto.
Plantas, alzados y secciones.
Cualquier referencia necesaria para la completa definición y conocimiento de las estructuras e instalaciones.

c) Relación de prescripciones técnicas particulares.
d) Presupuesto:

Presupuesto de las obras e instalaciones y cuantos elementos ilustrativos se considere oportuno para la mejor comprensión del proyecto, teniendo en cuenta, en todo caso, que los distintos documentos que en su conjunto constituyen el proyecto deberán definir las obras e instalaciones de tal forma que otro facultativo distinto del autor de aquél pueda dirigir, con arreglo al mismo, los trabajos correspondientes.

2. Proyecto de explotación.–El proyecto de explotación de la instalación de tratamiento o eliminación constará de los siguientes documentos:

2.1 Explotación:

a) Esquema general de los procesos de tratamiento y eliminación.
b) Relación de equipos, aparatos y mobiliario a instalar en las diferentes líneas de proceso.
c) Relación de personal técnico, administrativo y operarios, con indicación de sus categorías y especialidades, que van a ser dedicados al servicio de la instalación.
d) Descripción y justificación de la forma de llevar la explotación de la instalación. Se indicarán las operaciones que sean rutinarias y aquellas que se consideren especiales o para circunstancias extraordinarias.
Se indicará número de personas en cada una de las operaciones y cuantos datos sean necesarios para el mejor conocimiento del sistema de operación.
e) Régimen de utilización del servicio por los usuarios y de las particularidades técnicas que resulten precisas para su definición.
f) Descripción y justificación de la forma de llevar a cabo el mantenimiento, preventivo y correctivo, así como la conservación de los elementos de la instalación.
g) Descripción y justificación de las medidas de control, detección y corrección de la posible contaminación, como consecuencia de avería, accidente, etc.
h) Avance Manual de Funcionamiento de Explotación del Servicio, que incluya:

Características de las instalaciones.
Conservación general.
Manipulación de residuos tóxicos y peligrosos.
Medidas de seguridad.
Mantenimiento preventivo.
Gestión de «stock» de residuos.
Régimen de inspecciones y controles sistemáticos.

i) Relación de los trabajos de mantenimiento y explotación realizados en instalaciones industriales.
j) Relación de experiencia en trabajos realizados en relación a los residuos tóxicos y peligrosos.
k) Certificado del cumplimiento de las exigencias recogidas en la legislación vigente sobre protección relativas a los planes de emergencia previstos en la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

2.2 Personal:

El solicitante deberá especificar el personal que se compromete a tener en las instalaciones para atender y cumplir todas las obligaciones derivadas de la actividad. Al frente del personal, y para todas las relaciones con los Servicios de la Administración, se hallará un titulado superior especializado.
Para el resto del personal se tendrá en cuenta lo siguiente:

El Jefe de los Laboratorios deberá ser un titulado de grado superior especializado.

Los Jefes de Explotación y Mantenimiento serán Técnicos, como mínimo, de grado medio.
El resto del personal tendrá una titulación, formación profesional y experiencia acordes con las funciones que vayan a tener encomendadas.

3. Estudio de impacto ambiental.
Cuando, por aplicación de la legislación vigente en materia de evaluación del impacto ambiental, proceda realizar el estudio de impacto, se efectuará conforme a las exigencias de la citada legislación.

Art. 27. *Prestación de fianza.*–1. La autorización para la gestión de los residuos tóxicos y peligrosos quedará sujeta a la prestación de la fianza en cuantía suficiente para responder del cumplimiento de todas las obligaciones que, frente a la Administración, se deriven del ejercicio de la actividad objeto de autorización, incluidas las derivadas de la ejecución subsidiaria prevista en el artículo 19.2 de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, y de la imposición de las sanciones previstas en el artículo 17 de la citada Ley.
2. No se autorizará la transferencia de titularidad para la actividad concreta de gestión en tanto no se haga cargo de la fianza el adquirente; en cuyo momento se efectuará la devolución del importe de la misma al transmitente.
Art. 28. *Cuantía, forma y devolución de la fianza.*–1. En el supuesto de que no existan factores que permitan determinar la cuantía de la fianza, a los efectos indicados en el punto 1 del artículo anterior, el importe de la misma será del 10 por 100 del presupuesto de las obras proyectadas para instalación de depósitos de seguridad y del 5 por 100 del presupuesto de las obras proyectadas para el resto de las instalaciones de gestión de residuos tóxicos y peligrosos.
2. A fin de asegurar en todo momento la efectividad de la fianza, la Administración que otorgó la autorización podrá actualizarla anualmente, de acuerdo con la variación del índice general de precios del Instituto Nacional de Estadística, tomando como índice base el vigente en la fecha de la constitución de la fianza.
3. La fianza podrá constituirse de cualquiera de las formas siguientes:

a) En metálico.
b) En títulos de la Deuda Pública del Estado o de la C. A. afectada.
c) Mediante aval otorgado por un establecimiento de crédito de los señalados en el artículo 1.°, 2, del Real Decreto Legislativo 1298/1986, de 28 de junio.
4. En el documento de formalización de la fianza prestada mediante aval se hará constar el consentimiento prestado por el fiador o avalista a la extensión de la responsabilidad ante la Administración en los mismos términos que si la garantía fuese constituida por el mismo titular sin que pueda utilizar los beneficios de excusión y división regulados en el Código Civil.
5. Cuando la actividad vaya a desarrollarse en fases claramente diferenciadas, la fianza podrá ser satisfecha escalonadamente de forma que las cantidades depositadas correspondan a las diferentes fases.
6. La devolución de la fianza no se realizará en tanto no se hayan cumplido las condiciones exigidas en la propia autorización para la clausura de la actividad y en tanto el órgano competente de la Comunidad Autónoma no haya autorizado el cese de la misma.
7. La autorización fijará el plazo en que dicha fianza ha de ser devuelta. En caso de depósitos de seguridad, la devolución no se efectuará hasta pasados diez años, como mínimo, desde su clausura.
Art. 29. *Condiciones de autorización.*–1. Las autorizaciones para realizar actividades de gestión de residuos tóxicos y peligrosos deberán determinar las condiciones y requisitos necesarios para su ejercicio y, específicamente, el tiempo de su vigencia, la constitución por el silicitante de un seguro de responsabilidad civil en los términos del artículo 6.° de este Reglamento, las causas de caducidad y la prestación de fianza en la forma y cuantía que en ellas se determine.
2. La efectividad de las autorizaciones quedará subordinada al cumplimiento de todas las condiciones y requisitos establecidos en las mismas, no pudiendo comenzarse el ejercicio de la actividad hasta que dicho cumplimiento sea acreditado ante la Administración autorizante y aceptado documentalmente por ésta, previa la oportuna comprobación.
Art. 30. *Vigencia y caducidad de la autorización.*–La autorización se concederá por un período de cinco años, susceptible de dos prórrrogas sucesivas y automáticas de otros cinco años cada una, previo informe favorable tras la correspondiente visita de inspección. Transcurridos quince años desde la autorización inicial, ésta caducará, pudiendo el titular solicitar, con anticipación suficiente, nueva autorización, de acuerdo con el procedimiento ordinario, regulado en el presente capítulo.

Sección 2.ª Obligaciones del gestor

Art. 31. *Envasado, etiquetado y almacenamiento de residuos tóxicos y peligrosos.*–En aquellas actuaciones en que el gestor tenga que proceder al envasado y almacenamiento de residuos tóxicos y peligrosos le será de aplicación lo establecido en los artículos 13, 14 y 15 del presente Reglamento.

Art. 32. *Contestación a la solicitud de admisión.*-1. En caso de admisión de los residuos tóxicos y peligrosos, el gestor, en el plazo máximo de un mes, a partir de la recepción de la correspondiente solicitud, deberá manifestar documentalmente la aceptación y los términos de ésta.

2. En caso de no admisión, el gestor, en el mismo plazo, comunicará al productor las razones de su decisión.

Art. 33. *Ampliación de información.*-El gestor, dentro de los diez días siguientes a la recepción de la solicitud de admisión de residuos, podrá requerir ampliación de inforrmación o, en su caso, envío de muestras para análisis, cuyos resultados deberán incorporarse a la citada solicitud.

Art. 34. *Documento de aceptación.*-1. El documento de aceptación deberá expresar la admisión de los residuos cuya entrega solicita el productor o gestor, debiendo incluir la fecha de recepción de los residuos y el número de orden de aceptación que figurará en el «documento de control y seguimiento».

2. En caso de admisión de residuos, a enviar por el productor o gestor solicitante periódica o parcialmente, figurará el mismo número de orden de aceptación en todos los «documentos de control y seguimiento» correspondientes a los envíos periódicos o parciales.

Art. 35. *Transferencia de titularidad.*-El gestor se convierte en titular de los residuos tóxicos y peligrosos aceptados, a la recepción de los mismos, en cuyo acto se procederá a la formalización del «documento de control y seguimiento» de los residuos, en el que constarán, como mínimo, los datos identificadores del productor y de los gestores y, en su caso, de los transportistas, así como los referentes al residuo que se transfiere, debiendo tener constancia de tal documento la Comunidad Autónoma correspondiente y por su mediación la Dirección General del Medio Ambiente del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

Art. 36. *Documento de control y seguimiento.*-El «documento de control y seguimiento» indicado en el artículo 35 se ajustará al modelo recogido en el anexo V del presente Reglamento. El gestor conservará un ejemplar del citado documento, debidamente cumplimentado, durante un período no inferior a cinco años.

Art. 37. *Registro.*-1. El gestor está obligado a llevar un registro comprensivo de todas las operaciones en que intervenga y en el que figuren, al menos, los datos sguientes:

a) Procedencia de los residuos.
b) Cantidades, naturaleza y composición y código de identificación, según anexo I del presente Reglamento.
c) Fecha de aceptación y recepción de los mismos.
d) Tiempo de almacenamiento y fechas.
e) Operaciones de tratamiento y eliminación, fechas, parámetros y datos relativos a los diferentes procesos y destino posterior de los residuos.

2. Asimismo deberá registrar y conservar las solicitudes de admisión, los documentos de aceptación y los documentos de control y seguimiento.

3. El gestor deberá mantener en su poder la documentación registrada y los registros correspondientes durante un período de cinco años.

Art. 38. *Memoria anual de actividades.*-1. Anualmente el gestor de residuos tóxicos y peligrosos deberá presentar una memoria anual de actividades ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma y, por su mediación, a la Dirección General del Medio Ambiente del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

2. La memoria anual deberá contener, al menos, referencia suficiente de las cantidades y características de los residuos gestionados, la procedencia de los mismos; los tratamientos efectuados y el destino posterior; la relación de los que se encuentran almacenados, así como las incidencias relevantes acaecidas en el año inmediatamente anterior.

3. El gestor conservará copia de la memoria anual durante un período no inferior a cinco años.

Art. 39. *Formalización de la memoria anual.*-La memoria anual de actividades, que se presentará antes del día 1 de marzo, así como, en todo caso, la correspondiente información a la Dirección General del Medio Ambiente del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, se formalizará en el modelo que se especifica en el anexo IV del presente Reglamento.

Art. 40. *Otras obligaciones del gestor.*-Serán asimismo obligaciones del gestor:

1. Mantener el correcto funcionamiento de la actividad y las instalaciones, asegurando en todo momento nuevos índices de tratamiento que corresponden, como mínimo, a los rendimientos normales y condiciones técnicas en que fue autorizada.

2. No aceptar residuos tóxicos procedentes de instalaciones o actividades no autorizadas.

3. Comunicar inmediatamente al Organo de medio ambiente que autorizó la instalación cualquier incidencia que afecte a la misma.

4. Mantener un servicio suficiente de vigilancia para garantizar la seguridad.

5. Enviar al Organo que autorizó la instalación cuanta información adicional le sea requerida en la forma que éste determine.

6. Comunicar con anticipación suficiente a la Administración autorizante el cese de las actividades a efectos de su aprobación por la misma.

7. En general todas aquellas que se deriven del contenido de la Ley, del presente Reglamento y de las respectivas autorizaciones.

Sección 3.ª Obligaciones relativas al traslado de residuos tóxicos y peligrosos

Art. 41. *Condiciones del traslado de residuos tóxicos y peligrosos.*-Sin perjuicio de lo dispuesto en la normativa de transporte de mercancías peligrosas, en el traslado de residuos tóxicos y peligrosos se cumplirán las siguientes normas:

a) Ningún productor o gestor podrá entregar residuos tóxicos y peligrosos sin estar en posesión del documento de aceptación del gestor destinatario.

b) En caso de exportación de residuos tóxicos y peligrosos serán necesarias previamente las autorizaciones correspondientes de las autoridades competentes del país de destino, así como las de los países de tránsito, y todo ello sin perjuicio de la legislación vigente en materia de comercio exterior.

c) El productor o gestor que se proponga ceder residuos tóxicos y peligrosos deberá remitir, al menos, con diez días de antelación a la fecha del envío de los citados residuos una notificación de traslado, en la que deberán recogerse los siguientes datos:

Nombre o razón social del destinatario y del transportista.
Medio de transporte e itinerario previsto.
Cantidades, características y código de identificación de los residuos.
Fecha o fechas de los envíos.

La notificación será remitida al Organo competente de la Comunidad Autónoma a la que afecte el traslado o al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo si afecta a más de una Comunidad Autónoma. En este caso, el citado Departamento comunicará tal extremo a las Comunidades Autónomas afectadas por el tránsito.

d) Durante el traslado no se podrá efectuar ninguna manipulación de los residuos que no sea exigible por el propio traslado o que esté autorizada.

e) Tanto el expedidor como el transportista y el destinatario intervendrán en la formalización del documento de control y seguimiento del residuo a que se refiere el artículo 35, en la parte que a cada uno de ellos corresponde en función de las actividades que respectivamente realicen.

Art. 42. *Formalización de la notificación.*-La constancia documental de intervención a que se refiere el artículo anterior, y en todo caso la información sobre ella al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, se efectuarán con arreglo al modelo establecido en el anexo V del presente Reglamento.

Art. 43. *Régimen aplicable a la actividad de recogida y traslado.*-Las actividades de recogida y traslado de residuos tóxicos y peligrosos estarán sometidas al régimen de control y seguimiento de origen y destino en la forma establecida para los gestores en los artículos precedentes.

CAPITULO IV

De la vigilancia, inspección y control

Art. 44. *Inspección.*-1. Todas las actividades e instalaciones relativas a la producción y gestión de residuos tóxicos y peligrosos estarán sometidas al control y vigilancia del Organo ambiental de la Administración Pública competente. Los productores y los gestores de los citados residuos estarán obligados a prestar toda la colaboración a las inspecciones de las autoridades, a fin de permitirles realizar cualesquiera exámenes, controles, encuestas, tomas de muestras y recogida de información necesaria para el cumplimiento de su misión.

2. Los inspectores ostentarán el carácter de agentes de la autoridad y estarán facultados por la Administración competente para:

a) Acceder, previa identificación y sin previo aviso, a las instalaciones donde se realizan actividades de producción y gestión de residuos tóxicos y peligrosos.

b) Requerir información y proceder a los exámenes y controles necesarios que aseguren el cumplimiento de las disposiciones vigentes y de las condiciones de las autorizaciones.

c) Comprobar la existencia y puesta al día de los registros y cuanta documentación es exigida obligatoriamente por este Reglamento.

d) Comprobar en los centros de producción y de gestión de residuos las operaciones de agrupamiento y pretratamiento de los mismos, la organización del almacenamiento temporal y su tiempo de permanencia.

e) Requerir, en el ejercicio de sus funciones, la asistencia de las policías locales, autonómica, si la hubiera, y nacional.

Girada visita de inspección al productor o gestor de residuos tóxicos y peligrosos, el inspector actuante levantará la correspondiente acta

compresiva de los extremos objeto de la visita y resultado de la misma, copia de cuya acta se entregará al productor o gestor visitado.

4. Si del contenido del acta se desprende la existencia de indicios de posible infracción de los preceptos de la Ley Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos o del presente Reglamento, se incoará por la Administración competente el oportuno expediente sancionador, que se instruirá con arreglo a lo dispuesto en la Ley de Procedimiento Administrativo.

5. En caso de visita de comprobación previa a la entrada en vigor de autorización o prórroga de la misma, se emitirá informe detallado sobre la procedencia o no del funcionamiento de la actividad, y en su caso, se propondrán las medidas correctoras a adoptar.

Art. 45. *Toma de muestras y análisis.*-1. Las instalaciones de productores y gestores deberán contar, necesariamente, con los dispositivos, registros, arquetas y demás utensilios pertinentes que hagan posible la realización de mediciones y tomas de muestras representantivas.

2. Las muestras se tomarán de modo que se asegure su representatividad, y en cantidad suficiente para poder separar tres porciones iguales para las operaciones que deban realizarse en laboratorio.

3. Se introducirán en recipientes convenientemente sellados para impedir su manipulación y etiquetados. En las etiquetas figurará:

a) Un número de orden.
b) Descripción de la materia contenida.
c) Lugar preciso de la toma.
d) Fecha y hora de la toma.
e) Nombres y firmas del Inspector y de la persona responsable de la instalación objeto de la inspección.

4. De las tres porciones a que se refiere el apartado 1, una quedará en poder del productor o gestor, otra será entregada por el Inspector a un laboratorio acreditado para su análisis y la tercera quedará en poder de la Administración que hubiera realizado la inspección.

5. Una vez realizado el análisis, el laboratorio acreditado hará tres copias, enviando una al órgano de la Administración que hizo entrega de la muestra, para su archivo, una segunda copia al productor o gestor y la tercera copia junto a la porción de la muestra que quedó en poder de la Administración permanecerán en el laboratorio para ponerla, en caso necesario, a disposición de la autoridad judicial.

6. Si el titular de los residuos analizados manifiesta disconformidad con el resultado de los análisis, se procederá a realizar un nuevo análisis por otro laboratorio acreditado, cuyo resultado será definitivo, siendo los gastos de su realización a cargo del titular de los residuos. La manifestación de disconformidad deberá ser realizada por el titular de los residuos analizados, ante el órgano competente que haya ordenado el análisis, en el plazo de un mes a partir del día del recibo de la comunicación del resultado del mismo.

CAPITULO V

Responsabilidades, infracciones y sanciones

Art. 46. *Infracciones.*-Las infracciones a lo establecido en la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, y en el presente Reglamento serán sancionadas con arreglo a lo dispuesto en el capítulo III de aquélla, sin perjuicio, en su caso, de las correspondientes responsabilidades civiles y penales.

Art. 47. *Titular responsable.*-1. A todos los efectos, los residuos tóxicos y peligrosos tendrán siempre un titular responsable, cualidad que corresponderá al productor o al gestor de los mismos.

2. La titularidad originaria se atribuirá a los productores de residuos. También se considerará titularidad originaria la del poseedor del residuo que no justifique su adquisición conforme a este Reglamento.

3. Las cesiones sucesivas producirán transferencia de titularidad, cuando los residuos sean aceptados para su gestión en instalación autorizada, siempre que la cesión se haya realizado conforme a lo dispuesto en la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos y en el presente Reglamento y conste en el documento de aceptación del gestor.

Art. 48. *Responsabilidad solidaria.*-1. La responsabilidad será solidaria en los siguientes supuestos:

a) Cuando el productor o gestor de los residuos tóxicos y peligrosos haga su entrega a persona física o jurídica que no esté autorizada para recibirlos.

b) Cuando sean varios los responsables de deterioros ambientales, o de daños o perjuicios ocasionados a terceros y no fuese posible determinar el grado de participación de las distintas personas físicas o jurídicas en la realización de la infracción.

2. En el caso de que los efectos perjudiciales se produzcan por acumulación de actividades debidas a diferentes personas, la Administración competente podrá imputar individualmente esta responsabilidad y sus efectos económicos.

Art. 49. *Circunstancias agravantes.*-Se considerarán como circunstancias que agravan la responsabilidad el grado de incidencia en la salud humana, recursos naturales y medio ambiente, la reincidencia, la intencionalidad y el riesgo objetivo de contaminación grave del agua, aire, suelo, subsuelo, fauna o flora.

Art. 50. *Clasificación de las infracciones.*-1. Son infracciones muy graves los siguientes hechos, cuando generen riesgos de ese carácter a las personas, sus bienes, los recursos naturales o al medio ambiente:

a) La realización de actividades de producción, de importación, de exportación o de gestión de residuos tóxicos y peligrosos sin las autorizaciones previstas en este Reglamento.
b) La inobservancia de las condiciones fijadas en dichas autorizaciones.
c) El abandono, vertido o depósito incontrolado de residuos tóxicos y peligrosos.
d) La omisión de información obligatoria a la Administración del Estado y a las Administraciones Autonómicas o la aportación de datos falsos que encubran irregularidades reglamentarias.
e) La mezcla de residuos tóxicos y peligrosos entre sí o con otros urbanos o industriales en contra de lo dispuesto en la Ley Básica y en el presente Reglamento.
f) La entrega, venta o cesión de residuos tóxicos y peligrosos a personas físicas o jurídicas no autorizadas conforme a la Ley Básica y al presente Reglamento.
g) La omisión de los necesarios planes de seguridad y de previsión de accidentes, de los planes de emergencia interior y exterior de la instalación.
h) La no sujeción de la instalación y su funcionamiento al proyecto y condiciones para las que fue concedida la correspondiente autorización.
i) La aceptación de residuos no admisibles según las condiciones que aparezcan en la autorización correspondiente para el ejercicio de la actividad.
j) La falta de seguro, en los términos exigidos en el artículo 6.º del presente Reglamento.

2. Se considerarán infracciones graves:

a) Las previstas en el apartado anterior como muy graves cuando por la cantidad o calidad de los residuos producidos, importados, exportados o gestionados, o por otras circunstancias no resulte previsible la creación de un riesgo muy grave para las personas y sus bienes, los recursos naturales o el medio ambiente.
b) La falta de etiquetado o el etiquetado incorrecto o parcial de los envases que contengan residuos tóxicos y peligrosos, como el incumplimiento de las obligaciones relativas al traslado de los mismos, establecidas en este Reglamento, que no signifique riesgo mayor o muy grave.
c) La no coincidencia de los residuos transportados con lo consignado en los documentos de aceptación o en la hoja de seguimiento o en ambas.
d) El no cumplimiento de las obligaciones relativas a los registros de control, origen, destino y conservación de la documentación correspondiente.
e) La obstrucción activa o pasiva a la actuación de las Administraciones competentes en el ejercicio de sus funciones.

3. Infracciones leves:

a) El incumplimiento de la obligación de separar o no mezclar los residuos tóxicos y peligrosos incompatibles entre sí o con otros urbanos o industriales sin especial trascendencia por la cantidad o características de aquéllos.
b) La no aportación o el retraso en la misma, a las Administraciones del Estado y Autonómicas de las informaciones reglamentariamente exigibles, cuando de ello no se deriven ni incluso potencialmente consecuencias peligrosas.
c) Los leves descuidos u omisiones de colaboración con la Administración sin trascendencia para la seguridad de la producción, importación, exportación o gestión de los residuos.
d) Las omisiones o falta de coincidencia entre lo consignado y lo enviado que no suponga peligro potencial.
e) La no puesta al día de los registros de entrada, de operaciones y de autoinspección.
f) Cualquier incumplimiento de las obligaciones reglamentarias que no signifiquen infracción grave o muy grave.

Art. 51. *Clasificación de las sanciones.*-1. Las infracciones a que se refiere el artículo anterior podrán dar lugar a la imposición de todas o algunas de las siguientes sanciones:

a) Las muy graves:

Clausura definitiva o temporal, total o parcial, de las instalaciones.
Cese definitivo o temporal, total o parcial, de las actividades.
Prohibición definitiva o temporal del ejercico futuro de las actividades de gestión de residuos tóxicos y peligrosos.
Multa de hasta 100 millones de pesetas.

b) Las graves:

Clausura temporal, total o parcial, de las instalaciones.
Cese temporal de las actividades.
Prohibición temporal del ejercicio futuro de actividades de gestión de residuos tóxicos y peligrosos.
Multa de hasta 50 millones de pesetas.

c) Las leves:

Clausura temporal parcial de las instalaciones.
Multa de hasta un millón de pesetas.
Apercibimiento.

2. Las multas son compatibles con las sanciones de apercibimiento, cese tamporal, prohibición temporal y clausura parcial.

3. El órgano sancionador impondrá una u otra sanciones una vez determinada la gravedad de la infraccion y concretará la extensión de las mismas en función de las características de la infracción, y del infractor.

4. El órgano sancionador podrá además hacer públicas las sanciones en los medios de comunicación social, indicando la infracción cometida y la identidad y demás características del infractor.

5. La situación y derechos del personal afectado por la suspensión o clausura de actividades industriales se regirá por lo establecido en la legislación laboral en cuanto al pago de los salarios o de las indemnizaciones que procedan y medidas que puedan arbitrarse para su garantía.

Art. 52. *Obligación de reponer.*-1. Los infractores estarán obligados a la reposición o restauración de los daños producidos, que podrá comprender la retirada de residuos, la destrucción o demolición de obras o instalaciones y, en general, la ejecución de cuantos trabajos sean precisos para tal finalidad prioritaria, en la forma y condiciones fijadas por el órgano que impuso la sanción.

2. El responsable de las infracciones debe indemnizar por los daños y perjuicios causados.

Art. 53. *Multas coercitivas.*-1. Cuando el infractor no cumpla la obligación impuesta en el número 1 del artículo anterior, o lo haga de forma incompleta, se le podrán imponer sucesivas multas coercitivas, cuyo respectivo importe no podrá exceder del tercio del montante de la multa por sanción máxima que pueda imponerse por la infracción de que se trate.

2. Antes de su imposición se requerirá al infractor, fijándole un plazo para la ejecución voluntaria de lo ordenado, cuya duración será fijada por el órgano sancionador, atendidas las circunstancias, y que, en todo caso, será suficiente para efectuar dicho cumplimiento voluntario.

3. La multa coercitiva será independiente y compatible con las multas que se hubieran impuesto o puedan imponerse como sanción por la infracción cometida.

Art. 54. *Vía de apremio.*-Podrán ser exigidos por la vía de apremio el importe de las sanciones pecuniarias impuestas, el de las multas coercitivas y de los gastos ocasionados por la ejecución subsidiaria de las actividades de restauración de los bienes dañados a consecuencia de las infracciones reguladas en el presente Reglamento.

Art. 55. *Ejecución subsidiaria.*-1. Si el infractor no cumpliera sus obligaciones de restauración del medio ambiente y de recogida y tratamiento de los residuos tóxicos abandonados, habiendo sido requerido a tal fin por el órgano sancionador, éste ordenará la ejecución subsidiaria.

2. No será necesario requerimiento previo, pudiendo procederse de modo inmediato a la ejecución, cuando de la persistencia de la situación pudiera derivarse un peligro inminente para la salud humana, los recursos naturales o el medio ambiente.

3. La ejecución subsidiaria se hará por cuenta de los responsables, sin perjuicio de las sanciones pecuniarias y demás indemnizaciones a que hubiere lugar.

Art. 56. *Potestad sancionadora.*-En el ámbito de la competencia estatal, y en el marco de este Reglamento, la potestad sancionadora se ejercerá por:

a) El Director general del Medio Ambiente del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, en sanciones correspondientes a las infracciones de carácter leve.

b) El Ministro de Obras Públicas y Urbanismo, en sanciones correspondientes a las infracciones de carácter grave.

c) El Consejo de Ministros, en sanciones correspondientes a las infracciones de carácter muy grave.

Art. 57. *Valoración de daños.*-1. La valoración de los daños ocasionados a la salud humana, a los bienes de las personas, recursos naturales y medio ambiente se llevará a cabo por la Administración competente, con audiencia de los interesados.

2. Cuando los daños fueran de difícil evaluación, y la legislación sectorial careciera de criterios específicos de valoración, se aplicarán, conjunta o separadamente, los siguientes:

a) Coste teórico de la restitución o restauración.

b) Valor estimado de los daños en relación a los bienes afectados, según estudios de evaluación potencial realizados por peritos.

c) Coste del proyecto o actividad, causante del daño, evaluando la posible disminución de los mismos a consecuencia de la infracción.

d) Beneficio obtenido con la actividad infractora, con especial referencia a los incrementos derivados de la inobservancia de las normas reglamentarias infringidas, si las hubiere.

3. Si la dificultad de valoración de daños se derivase de la concurrencia de diversos infractores, la cuota de cada uno se concretará en función de su efectiva participación en la infracción o infracciones cometidas, y supletoriamente en atención a los criterios del apartado anterior; todo ello sin perjuicio de la solidaridad y subsidiariedad determinados en los artículo 48 y 55 del presente Reglamento.

Art. 58. *Procedimiento sancionador.*-1. No podrá imponerse sanción administrativa, por infracción de lo dispuesto en la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, y en el presente Reglamento, sino en virtud del procedimiento regulado en el capítulo II de la del título VI de la Ley de Procedimiento Administrativo, con las especialidades siguientes:

a) El procedimiento se iniciará previa denuncia seguida de inspección o por acta de inspección y vigilancia de la que se deduzca la existencia de una posible infracción a lo dispuesto en la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, o al presente Reglamento.

b) Los servicios de inspección y vigilancia que efectúen la denuncia entregarán al denunciado copia de la misma y, en su caso, del acta de inspección.

2. Están obligados a denunciar los funcionarios y agentes de los servicios de inspección y vigilancia regulados en el capítulo IV de este Reglamento, de acuerdo con el artículo 10 de la Ley Básica, así como los agentes de la Policía Nacional, Guardia Civil, Policía Autonómica, si hubiere, y Policía Local.

3. La resolución, que de ser sancionatoria fijará los plazos para el cumplimiento de las sanciones y obligaciones derivadas de la infracción, se notificará en la forma y plazos establecidos en la Ley de Procedimiento Administrativo, siéndole aplicable el régimen común de recursos.

Ar. 59. *Medidas cautelares.*-1. Para garantizar la protección de la salud humana, la defensa del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales, la Administración competente podrá imponer cautelarmente el precintado de la maquinaria, del lugar o de parte de las instalaciones, utensilios o envases con los que presuntamente se hubiere cometido la infracción, así como su depósito en lugar adecuado. Cuando no existiera otro medio de preservar aquellos objetivos, podrá procederse a la destrucción, sin perjuicio de la indemnización que proceda, si la resolución final del procedimiento fuera absolutoria.

2. Si se tratara de residuos tóxicos y peligrosos que no puedan permanecer en depósito durante el tiempo del procedimiento administrativo sin dar lugar a riesgo para la salud humana, a los bienes de las personas y los recursos naturales o el medio ambiente, se levantará acta en la que se definan, en relación a la infracción, las circunstancias características, con la firma del presunto infractor, dándoles a los residuos el destino que sea más adecuado y seguro.

3. Las indicadas medidas cautelares se mantendrán aun en el supuesto de suspensión del procedimiento administrativo o del de ejecución de la sanción impuesta en el mismo por la incoación de causa penal, sin perjuicio de las resoluciones que en su propio ámbito pudieran adoptar los órganos jurisdiccionales.

Art. 60. *Expropiación forzosa.*-1. A los efectos de aplicación de la Ley de Expropiación Forzosa se declara de utilidad pública el tratamiento, la recuperación, el almacenamiento y la eliminación de los residuos tóxicos y peligrosos.

2. En caso necesario, para la correcta y segura gestión de los residuos tóxicos y peligrosos, la Administración que hubiera concedido la autorización de la instalación podrá sustituir al gestor que hubiera sido sancionado con medidas de suspensión, prohibición o clausura, aplicado, si fuera preciso, el régimen de expropiación forzosa, de acuerdo con el artículo 22 de la Ley Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera.-Las empresas productoras de residuos, existentes a la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento, deberán formular la primera declaración anual referida al año inmediatamente anterior en el plazo de seis meses a contar desde la indicada fecha.

Segunda.-Los gestores que ejerzan su actividad a la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deberán remitir la primera memoria, referida al año inmediatamente anterior, en el plazo de seis meses a partir de la indicada fecha.

Tercera.-Hasta tanto la legislación del Estado o, en su caso, la de las Comunidades Autónomas competentes al efecto, no dispongan otra cosa, los municipios, las provincias y las islas conservarán, en la materia regulada en el presente Reglamento, cuantas competencias de ejecución no se encuentren conferidas a otras Administaciones Públicas.

DISPOSICION ADICIONAL

Sin perjuicio del cumplimiento de lo establecido en las anteriores disposiciones transitorias, los productores y gestores de residuos tóxicos y peligrosos deberán adaptarse a lo dispuesto en el presente Reglamento, en el plazo de dieciocho meses a contar desde el momento de su entrada en vigor.

ANEXO I

Sistema de identificación de residuos tóxicos y peligrosos

1. *Código de identificación de residuos*

El sistema para la identificación de los residuos tóxicos y peligrosos consiste en la utilización de un conjunto de códigos al objeto de poder disponer de una serie de informaciones que permitan en todo momento la identificación de los residuos. Estas informaciones se completan con las contenidas en las declaraciones del residuo correspondiente.

En las siete tablas que se adjuntan figuran los códigos numerados que, utilizados en conjunto, proporcionan la forma de caracterizar e identificar los residuos, y que facilitan, por tanto, el control de los mismos desde que son producidos hasta su adecuado destino final. Se trata de conocer las características potencialmente peligrosas (H), la actividad (A) y proceso (B) que los ha producido, la razón de la necesidad de que sean gestionados (Q), el tipo genérico al que pertenecen (L, P, S, G), cómo son gestionados (D/R) y sus principales constituyentes (C).

El contenido de las tablas es el siguiente:

Tabla 1: Razones por las que los residuos deben ser gestionados (código Q).
Tabla 2: Operaciones de gestión (código D/R).
Tabla 3: Tipos genéricos de residuos peligrosos (código L, P, S, G).
Tabla 4: Constituyentes que dan a los residuos su carácter peligroso (código C).
Tabla 5: Características de los residuos peligrosos (código H).
Tabla 6: Actividades generadoras de los residuos (código A).
Tabla 7: Procesos en los que se generan los residuos (código B).

2. *Instrucciones para la utilización del código de identificación de residuos peligrosos*

1. Se escogerá la razón principal por la que los residuos han de ser gestionados, seleccionando de la tabla 1 (código Q) una única designación que defina, de la forma más apropiada y específica, y se anotará el código Q seguido de la clave numérica correspondiente.

2. Se indicará la operación de gestión prevista para el residuo, seleccionando entre las posibilidades contempladas en el apartado 2.A de la tabla 2, utilizando el código D, o en el apartado 2.B de la misma tabla, utilizando el código R. Por ejemplo, si va a eliminarse el residuo en depósito de seguridad, se anotara D5; si es una regeneración de disolventes, se anotará R2.

3. Consultar la tabla 3 y elegir uno o varios de los códigos del 1 al 41 para identificar los tipos genéricos de residuos peligrosos. La designación de residuos como residuos peligrosos dependerá de la presencia en los residuos de uno o varios de los constituyentes enumerados en la tabla 4.

4. Si los residuos corresponden a una categoría o varias de la tabla 3, se elegirá la letra que caracteriza el estado físico que describe lo mejor posible los residuos «L», para líquido; «P», para lodo; «S», para sólido; «G», para gas licuado o comprimido.

5. Se anotará el código correspondiente a los residuos que se compone de la letra L, P, S, G, seguida del número o números de código, separados entre sí por una línea oblícua (/).

6. Los residuos podrán ser clasificados como peligrosos si, y sólo si contiene, uno cualquiera de los constituyentes enumerados en la tabla 4 y presentan, a su vez, una cualquiera de las características de la tabla 5.

7. Se elegirán los constituyentes que dan al residuo su carácter de peligrosidad utilizando la tabla 4 (código C). Si contiene más de un componente, se anotarán a continuación del código C las claves numéricas correspondientes, en orden de peligrosidad decreciente y separadas por una línea oblicua. Esta estimación, se supone, en principio cualitativa y siempre al buen criterio del productor. Por ejemplo, si se trata de residuos conteniendo plomo y ácido sulfúrico (batería de coche) se anotaría C23/18.

8. Determinada la naturaleza de los residuos, se elegirá entre las características de la tabla 5. Se seleccionará una de las características más importantes o, como máximo, dos, y se anotará el código H seguido de la clave o claves numéricas, separadas por una línea oblicua, por ejemplo, si se trata de un residuo tóxico y corrosivo se utilizará H 6/8.

En este proceso de clasificación pueden ocurrir las siguiente situaciones:

a) Ningún código de la tabla 3 es aplicable a los residuos, pero sí un código C, si es posible elegir un código H en la tabla 5, los residuos están identificados. En este caso, el número de código L, P, S, G a utilizar es el 41.

b) El código de la tabla 3 es aplicable, pero no el código C, si es posible elegir un código H en la tabla 5, los residuos están identificados. En este caso se atribuirá al código C la cifra «0».

c) Si no se aplica ningún código de la tabla 3 ni tampoco el código C, pero los residuos son tales que se puede elegir un código H en la tabla 5, los residuos están identificados. En este caso el número del código L, P, S, G será el 41, y se atribuirá al código C la cifra «0».

d) Si es posible demostrar para los residuos con código C distinto de 0 que no presentan ninguna de las características enumeradas en la tabla 5, los residuos no están sometidos a lo dispuesto en la Ley Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos ni al presente Reglamento de desarrollo.

9. Si los residuos constituyen residuos peligrosos, se señalará el código o códigos de la tabla 5 aplicables, pudiendo aplicarse más de una característica. Si este es el caso, las características de los residuos deberán ser enumeradas como se indicó anteriormente por orden de peligrosidad decreciente, a juicio del productor, y separadas por una línea oblicua.

10. Si los residuos constituyen residuos peligrosos, se elegirá la actividad generadora de los mismos, de acuerdo con la tabla 6. Se trata de determinar de manera específica la actividad económica en la que se encuentra clasificado el productor, en relación con la Clasificación Nacional de Actividades Empresariales (CNAE) a través del código A.

11. Si los residuos constituyen residuos peligrosos, se elegirá el proceso productivo donde se generen los mismos de entre los incluidos en la tabla 7. Se trata de determinar, de manera específica, el proceso u operación unitaria que genera los residuos, es decir, su origen real, y no el producto final por el que se clasifica la fábrica o empresa (código A de la tabla 6). Se elegirá el proceso más específico aplicable de los relacionados dentro del apartado «General» o el correspondiente a la actividad entendida en sentido genérico.

12. No todas las actividades industriales se encuentran desagregadas en procesos en la tabla 7 a las actividades no desagregadas y que generen residuos en procesos que no se puedan identificar correctamente dentro del apartado «General» de la tabla 7, se les atribuirá la cifra «0» en el código B, quedando definidas por el código A.

13. El orden de identificación de los residuos será el siguiente:

Q–//L, P, S, G, –//C–//H–//A–//B–

La separación entre secciones principales sería indicada por dos líneas oblicuas en el sistema de identificación. La separación entre diferentes epígrafes aplicables de un mismo código o sección principal se indicará por una línea oblicua.

14. El destino de los residuos se especificará de acuerdo con las tablas 2.A o 2.B. De esta manera, se dispondrá de una información que permite el seguimiento de los residuos desde su origen hasta su destino final. Si se elige un destino que figura en el cuadro 2.A la identificación será la siguiente:

Q–//D–//L, P, S, G, –//C–//H–//A–//B–

mientras que si se opta por un destino que figura en el cuadro 2.B, la identificación será:

Q–//R–//L, P, S, G, –//C–//H–//A–//B–

Por ejemplo, si se trata de ácidos provenientes de una fundición de metales ferrosos para fabricación de tubos de acero, el código de identificación sería el siguiente:

Q7//R6//L27//C23//H6//A231(1)//B3124

siendo su destino la regeneración.

Si se trata de lodos procedentes del lavado de gases de una acería, que han de ser desecados previamente a ser vertidos en un depósito de seguridad.

Q9//D9//P29/27//C8/11/18//H13/6//A211//B0011

15. De acuerdo con lo establecido en el artículo 2 de la Ley 20/1986, solamente tendrán la consideración de residuos tóxicos y peligrosos aquellos que incluyan en su identificación los códigos C, distinto de 0 y H, conjuntamente.

Tabla 1

RAZONES POR LAS CUALES LOS RESIDUOS SON DESTINADOS A SU ELIMINACIÓN, TRATAMIENTO O RECUPERACIÓN

Número de código	
Q2	Productos fuera de especificación o normas.
Q3	Productos caducados.
Q4	Materiales y productos deteriorados accidentalmente.

Número de código	
Q5	Materiales contaminados como resultado de procesos industrialmente previstos.
Q6	Elementos inutilizables.
Q7	Sustancias que han perdido parte de las características requeridas.
Q8	Residuos de procesos industriales de producción.
Q9	Residuos de procesos de control de la contaminación.
Q10	Residuos de mecanizado.
Q11	Residuos de procesos de extracción y preparación de materias primas.
Q12	Materiales adulterados o contaminados.
Q13	Cualquier material, sustancia o producto cuya utilización está prohibida en el país de origen o exportador, en su caso.
Q14	Productos sin uso.
Q15	Materiales, sustancias o productos resultantes de procesos de regeneración o recuperación de terrenos contaminados.
Q16	Restantes materiales, sustancias o productos que se declaran como residuo por el productor o el gestor.

Tabla 2

(La tabla 2 comprende dos secciones)

2.A. *Operaciones que no conduce a una posible recuperación, regeneración, reutilización, reciclado o cualquier otra utilización de los residuos.*

D1	Depósito sobre o en el suelo.
D2	Aplicación sobre el terreno.
D3	Inyección o depósito en profundidad.
D4	Lagunaje.
D5	Depósito sobre o en el suelo, especialmente acondicionados, o depósitos y balsas de seguridad.
D6	Vertido en aguas continentales.
D7	Vertido en aguas marinas, incluido depósitos en el fondo marino.
D8	Tratamiento biológico previo a otra operación.
D9	Tratamiento físico-químico previo a otra operación.
D10	Incineración en tierra.
D11	Incineración en alta mar.
D12	Almacenamiento permanente.
D13	Agrupamiento previo a otras operaciones.
D14	Pretratamiento previo a otras operaciones.
D15	Almacenamiento temporal previo a otras operaciones.

2.B. *Operaciones que llevan a una posible recuperación, regeneración, reutilización, reciclado o cualquier otra utilización de los residuos.*

R1	Utilización como combustible o cualquier otro medio de producir energía.
R2	Recuperación o regeneración de disolventes.
R3	Recuperación o regeneración de sustancias orgánicas que no son utilizadas como disolventes.
R4	Recuperación de metales o de compuestos metálicos.
R5	Recuperación o regeneración de materias inorgánicas.
R6	Recuperación o regeneración de ácidos o de bases.
R7	Recuperación o regeneración de productos que sirven para captar los contaminantes.
R8	Recuperación de productos que provienen de catalizadores.
R9	Recuperación, regeneración u otra reutilización de aceites.
R10	Esparcimiento en el suelo para aprovechamiento agrícola o forestal.
R11	Utilización de materiales obtenidos a partir de una de las operaciones numeradas de R1 a R10.
R12	Intercambio de residuos con vistas a someterlos a una cualquiera de las operaciones numeradas de R1 a R11.
R13	Almacenamiento temporal con objeto de someterlos a alguna de las operaciones que figuran en la tabla 2.B.

Tabla 3

Tipos genéricos de residuos peligrosos

(Los residuos pueden presentarse en forma líquida, sólida, lodos o gas comprimido o licuado)

Número de código	Residuos consistentes en:
1	Residuos de hospitales o de otras actividades médicas.
2	Productos farmacéuticos, medicamentos, productos veterinarios.
3	Plaguicidas.
4	Otros biocidas.
5	Residuos de productos empleados como disolventes.
6	Sustancias orgánicas halogenadas no empleadas como disolventes.
7	Sales de temple cianuradas.
8	Aceites y sustancias oleosas minerales.
9	Mezclas aceite/agua o hidrocarburo/agua, emulsiones.
10	Productos que contengan PCB y/o PCT.
11	Materias alquitranadas, producidas por refinado, destilación o pirólisis.
12	Tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas, barnices.
13	Resinas, látex, plastificantes, colas.
14	Sustancias químicas no identificadas y/o nuevas que provienen de actividades de investigación, de desarrollo y de enseñanza, y cuyos efectos sobre el hombre y/o sobre el medio ambiente son desconocidos.
15	Productos pirotécnicos y otras materias explosivas.
16	Productos de laboratorios fotográficos.
17	Todo material contaminado por un producto de la familia de los dibenzofuranos policlorados.
18	Todo material contaminado por un producto de la familia de las dibenzo-para-dioxinas policloradas.
19	Jabones, materia grasa, ceras de origen animal o vegetal.
20	Sustancias orgánicas no halogenadas no empleadas como disolventes.
21	Sustancias inorgánicas sin metales.
22	Escorias y/o cenizas.
23	Tierras, arcillas o arenas, comprendidos lodos de dragado, que, por su situación, puedan estar contaminados.
24	Sales de temple no cianuradas.
25	Partículas o polvos metálicos.
26	Catalizadores usados.
27	Líquidos o lodos que contengan metales.
28	Residuos de tratamiento de descontaminación, excepto los incluidos en los epígrafes 29 y 30.
29	Lodos de lavado de gases.
30	Lodos de instalaciones de purificación de agua y de estaciones depuradoras de aguas residuales.
31	Residuos de descarbonatación.
32	Residuos de columnas intercambiadoras de iones.
33	Lodos de alcantarillado.
34	Aguas sucias no recogidas expresamente en la presente tabla.
35	Residuos de la limpieza de cisternas o de herramientas.
36	Materiales contaminados.
37	Recipientes contaminados que hayan contenido uno o varios de los constituyentes enumerados en la tabla 4.
38	Baterías y pilas eléctricas.
39	Aceites vegetales.
40	Residuos que procedan de la recogida selectiva de los residuos sólidos urbanos y presenten una de las características enumeradas en la tabla 5.
41	Cualquier otro residuo que contenga uno cualquiera de los constituyentes enumerados en la tabla 4.

Tabla 4

CONSTITUYENTES QUE EN FUNCIÓN DE LAS CANTIDADES, CONCENTRACIÓN Y FORMA DE PRESENTACIÓN DEL RESIDUO LE PUEDEN DAR CARÁCTER TÓXICO Y PELIGROSO

Número de código	Residuos que tienen como constituyentes:
C1	El berilio, compuestos de berilio.
C3	Los compuestos de cromo hexavalente.
C6	Los compuestos solubles de cobre.
C8	El arsénico, compuestos de arsénico.
C9	El selenio, compuestos de selenio.
C11	El cadmio, compuestos de cadmio.
C13	El antimonio, compuestos de antimonio.
C14	El teluro, compuestos de teluro.
C16	El mercurio, compuestos del mercurio.
C17	El talio, compuestos del talio.
C18	El plomo, compuestos del plomo.
C21	Los cianuros inorgánicos.
C23	Las soluciones ácidas y los ácidos en forma sólida.
C24	Las soluciones básicas o las bases en forma sólida.
C25	El amianto (polvos y fibras).
C26	Los carbonilos metálicos.

Número de código	
C28	Los peróxidos.
C29	Los cloratos.
C30	Los percloratos.
C31	Los nitruros.
C32	Los PCB y/o PCT.
C33	Los compuestos farmacéuticos o veterinarios.
C34	Plaguicidas y otros biocidas.
C37	Los isocianatos.
C38	Los cianuros orgánicos.
C39	Los fenoles, compuestos fenólicos.
C40	Los disolventes halogenados.
C41	Los disolventes orgánicos no halogenados.
C42	Los compuestos organohalogenados, con exclusión de las materias polimerizadas inertes y otras sustancias que figuran en esta tabla.
C43	Los compuestos aromáticos, los compuestos orgánicos policíclicos y heterocíclicos.
C46	Los éteres.
C49	Todo producto de la familia de los dibenzofuranos policlorados.
C50	Todo producto de la familia de las dibenzo-para-dioxinas policloradas.
C52	Los productos a base de alquitrán procedentes de operaciones de refino y los residuos alquitranados procedentes de operaciones de destilación.
C53	Los aceites usados minerales o sintéticos, incluyendo las mezclas agua-aceite y las emulsiones.
C54	Las sustancias químicas de laboratorio no identificables y/o nuevas cuyos efectos sobre el medio ambiente no sean conocidos.

Tabla 5

CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Características

Número de código	
H1	Explosivos: Sustancias y preparados que pueden explosionar bajo el efecto de una llama o que son más sensibles a los choques o a la fricción que el dinitrobenceno.
H2	Comburente: Sustancias y preparados, que en contacto con otros, particularmente con los inflamables, originan una reacción fuertemente exotérmica.
H2A	Fácilmente inflamables. Se definen como tales: Sustancias y preparados que, a la temperatura ambiente, en el aire y sin aporte de energía, puedan calentarse e incluso inflamarse. Sustancias y preparados en estado líquido que tengan un punto de destello inferior a 21 °C. Sustancias y preparados que puedan inflamarse fácilmente por la acción breve de una fuente de ignición y que continúen quemándose o consumiéndose después del alejamiento de la misma. Sustancias y preparados gaseosos que sean inflamables en el aire a presión normal. Sustancias y preparados que, en contacto con el agua o el aire húmedo, desprendan gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas.
H2B	Inflamables: Sustancias y preparados cuyo punto de destello sea igual o superior a 21 °C e inferior o igual a 55 °C.
H2C	Extremadamente inflamables: Sustancias y preparados líquidos cuyo punto de destello sea inferior a 0 °C, y su punto de ebullición inferior o igual a 35 °C.
H4	Irritantes: Sustancias y preparados no corrosivos que, por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o mucosas, puedan provocar una reacción inflamatoria.
H5	Nocivos: Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan entrañar riesgos de gravedad limitada.
H6	Tóxico: Sustancias o preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir riesgos graves agudos o crónicos, incluso la muerte (incluyendo las sustancias o preparados muy tóxicos).
H7	Cancerígenos: Sustancias o preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden producir el cáncer o aumentar la frecuencia.
H8	Corrosivo: Sustancias y preparados que, en contacto con los tejidos vivos, pueden ejercer sobre ellos una acción destructiva.
H9	Infeccioso: Materias conteniendo microorganismos viables o sus toxinas, de los que se sabe o existen buenas razones para creerlo, que causan enfermedades en los animales o en el hombre.
H10	Teratogénicos: Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan inducir lesiones en el feto durante su desarrollo intrauterino.
H11	Mutagénicos: Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir alteraciones en el material genético de las células.
H12	Sustancias o preparados: Que, en contacto con el agua, el aire o un ácido, desprendan un gas tóxico, muy tóxico.
H13	Materias susceptibles: Después de su eliminación, de dar lugar a otra sustancia, por un medio cualquiera, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características enumeradas anteriormente.
H14	Ecotóxico: Peligroso para el medio ambiente. Residuos que presentan riesgos inmediatos o diferidos para el medio ambiente.

Tabla 6

ACTIVIDADES QUE PUEDEN GENERAR RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS

Número de código		Equivalente en CNAE
	Agricultura-Industria agrícola.	
A100	Agricultura. Silvicultura.	
A101	Cultivos	01
A101(1)	Cultivo de cereales y leguminosas	011
A101(2)	Cultivo de hortalizas y frutas, excepto agrios	012
A101(3)	Cultivo de agrios	013
A101(4)	Cultivo de plantas industriales	014
A101(5)	Cultivo del olivo	015
A101(6)	Cultivo de la vid	016
A101(9)	Otros cultivos o producciones agrícolas	019
A102	Ganadería y servicios agrícola-ganaderos.	
A102(1)	Explotación de ganado bovino	021
A102(2)	Explotación de ganado ovino y caprino	022
A102(3)	Explotación de ganado porcino	023
A102(4)	Avicultura	024
A102(9)	Otras explotaciones ganaderas n.c.o.p.	029
A102(10)	Servicios agrícolas y ganaderos	030
A102(20)	Caza y repoblación cinegética	040
A103	Silvicultura y explotación forestal	05
A103(1)	Silvicultura y servicios forestales	051
A103(2)	Explotación forestal	052
A110	Industria agro-alimentaria, productos animales y vegetales.	

Número de código		Equivalente en CNAE
A111	Industrias de la carne, mataderos y descuartizadores de reses	413
A112	Industria lechera	414
A113	Industrias de los aceites y grasas de origen animal o vegetal.	
A113(1)	Fabricación de aceite de oliva	411
A113(2)	Fabricación de aceites y grasas vegetales o animales, sin incluir aceite de oliva	412
A114	Industrias del azúcar	420
A115	Otras.	
A115(1)	Pesca y piscicultura en mar	061
A115(2)	Pesca y piscicultura en agua dulce	062
A115(2)	Fabricación de jugos y conservas vegetales	415
A115(3)	Fabricación de conservas de pescado y otros productos marinos	416
A115(4)	Productos de molinería	417
A115(5)	Fabricación de pastas alimenticias y productos amiláceos	418
A115(6)	Industrias del pan, bollería, pastelería y galletas	419
A115(7)	Industria del cacao, chocolate y productos de confitería	421
A115(8)	Elaboración de productos alimenticios diversos	423
A115(9)	Industrias del tabaco	429
A120	Industrias de las bebidas.	
A121	Destilación del alcohol y del aguardiente.	
A121(1)	Industria de alcoholes etílicos de fermentación	424
A21(2)	Industria vinícola	425
A122	Fabricación de la cerveza	427
A123	Fabricación de otras bebidas.	
A123(1)	Sidrerías	426
A123(2)	Industrias de aguas minerales, aguas gaseosas y otras bebidas analcohólicas	428
A130	Fabricación de alimentos para los animales	422
	Energía.	
A150	Industria del carbón	11
A151	Extracción y preparación del carbón y de los productos carboníferos.	
A151(1)	Hulla	111.
A151(2)	Antracita	112
A151(3)	Lignito	113.
A152	Coquefícación	114
A160	Industria del petróleo.	
A161	Extracción del petróleo y del gas natural.	
A161(1)	Prospección	121
A161(2)	Extracción del petróleo	122
A161(3)	Extracción del gas natural	123
A161(4)	Fabricación y distribución de gas	152
A162	Refino del petróleo	130
A163	Almacenamiento del petróleo, productos derivados del refinado y del gas natural.	
A170	Producción de electricidad.	
A171	Centrales térmicas	151.2
A172	Centrales hidráulicas	151.1
A173	Centrales nucleares.	
A173(1)	Extracción y transformación de minerales radiactivos	140
A173(2)	Producción de energía	151.3
A174	Otras centrales o instalaciones eléctricas.	
A174(1)	Transporte y distribución de energía eléctrica	151.4
A174(2)	Producción y distribución de energía n.c.o.p.	151.9
A180	Producción de agua.	
A181(1)	Captación, depuración y distribución de agua	160
A181(2)	Producción y distribución de vapor y agua caliente.	153
	Metalurgia. Construcción mecánica y eléctrica.	
A200	Extracción de minerales metálicos	21
A200(1)	Extracción de minerales de hierro	211
A200(2)	Extracción de minerales metálicos no ferrosos	212
A210	Siderurgia	221
A211	Producción de arrabio (horno alto)	221
A212	Producción de acero	221
A213	Primera transformación del acero (laminadoras)	221
A220	Metalurgia de metales no ferrosos	224
A221	Fabricación de aluminio	224.1
A222	Metalurgia del aluminio	224.1
A223	Metalurgia del plomo y del cinc.	
A224	Metalurgia de los metales preciosos.	
A225	Metalurgia de otros metales no ferrosos.	
A225(1)	Metalurgia del cobre	224.2
A225(2)	Metalurgia de otros metales no ferrosos	224.9
A226	Industrias de las ferroaleaciones	221
A227	Fabricación de electrodos	221
A230	Fusión, colada y conformado de metales.	
A231	Fusión y colada de metales ferrosos.	
A231(1)	Fabricación de tubos de acero	222
A231(2)	Trefilado, estirado, perfilado, laminado	223
A232	Fusión y colada de metales no ferrosos.	
A233	Conformado de metales (no comprende su tratamiento en torno, fresa, etc.).	
A240	Construcción mecánica, eléctrica y electrónica	3
A241	Fabricación.	
A242	Tratamiento térmico.	
A243	Tratamiento superficial.	
A244	Aplicación de pintura.	
A245	Ensamblado y montaje.	
A246	Fabricación de pilas eléctricas y acumuladores.	
A247	Fabricación de hilos y cables eléctricos (envainado, aislamiento).	
A248	Fabricación de componentes electrónicos.	
	Minerales no metálicos. Materiales de construcción. Cerámica y vidrio.	
A260	Extracción de minerales no metálicos	23
A260(1)	Extracción de materiales de construcción	231
A260(2)	Extracción de sales potásicas, fosfatos y nitratos	232
A260(3)	Extracción de sal común	233
A260(4)	Extracción de piritas y azufre	234
A260(5)	Extracción de minerales no metálicos ni energéticos. Turberas	239
A270	Materiales de construcción, cerámica, vidrio.	
A271	Fabricación de cal, cemento, yeso.	
A271(1)	Fabricación de cementos, cales y yeso	242
A271(2)	Fabricación de materiales de construcción en hormigón, cemento, yeso, escayola y otros	243
A272	Fabricación de productos cerámicos	247
A273	Fabricación de productos en amianto-cemento.	
A274	Fabricación de otros materiales de construcción.	
A274(1)	Industrias de otros productos minerales no metálicos	249
A274(2)	Fabricación de productos de tierras cocidas, para la construcción, excepto refractarios	241
A274(3)	Fabricación de abrasivos	245
A274(4)	Industrias de la piedra natural	244
A275	Industrias del vidrio	246
A280	Construcción	50
	Industria química.	
A300	Fabricación de productos químicos básicos y de productos para la industria química.	
A301	Industrias del cloro	251.3
A351	Fabricación de abonos	252.1
A401	Otras fabricaciones de la química mineral básica.	
A401(1)	Fabricación de productos químicos inorgánicos, excepto gases comprimidos	251.3
A401(2)	Fabricación de gases comprimidos	253.1
A401(3)	Fabricación de artículos pirotécnicos, cerillas y fósforos	255.5
A451	Petroquímica y carboquímica.	
A451(1)	Petroquímica	251.1
A451(2)	Carboquímica	251.1
A501	Fabricación de materias plásticas básicas.	
A501(1)	Fabricación de primeras materias plásticas	251.4
A501(2)	Fabricación de caucho y látex sintético	251.5
A551	Otras fabricaciones de la química orgánica básica.	
A551(1)	Fabricación de otros productos químicos orgánicos	251.2
A551(2)	Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	251.6
A601	Tratamiento químico de los cuerpos grasos, fabricación de productos básicos para detergentes	253.5
A651	Fabricación de productos farmacéuticos y plaguicidas.	
A651(1)	Fabricación de productos farmacéuticos de base	254.1
A651(2)	Fabricación de especialidades farmacéuticas	254.2
A651(3)	Fabricación de plaguicidas	252.2
A669	Otras fabricaciones de productos químicos.	
A669(1)	Fabricación de otros productos químicos de uso industrial n.c.o.p.	253.9
A669(2)	Fabricación de otros productos químicos destinados principalmente al consumo final n.c.o.p.	255.9
	Paraquímica.	
A700	Fabricación de tintes, barnices, pinturas y colas.	
A701	Fabricación de tintes	253.4

Número de código		Equivalente en CNAE
A702	Fabricación de pinturas.	
A702(1)	Fabricación de colorantes y pigmentos	253.2
A702(2)	Fabricación de pinturas y colores	253.3
A703	Fabricación de barnices y lacas	253.3
A704	Fabricación de colas, ceras y parafinas.	
A704(1)	Fabricación de colas	253.7
A704(2)	Fabricación de parafinas	255.3
A710	Fabricación de productos fotográficos	255.4
A711	Fabricación de superficies sensibles	255.4
A712	Fabricación de productos de tratamientos fotográficos	255.4
A720	Perfumería, fabricación de productos de jabonería y detergentes.	
A721	Fabricación de jabones	255.1
A722	Fabricación de detergentes	255.1
A723	Fabricación de perfumes.	
A723(1)	Fabricación de aceites esenciales y sustancias aromáticas naturales o sintéticas	253.6
A723(2)	Fabricación de jabón de tocador y otros productos de perfumería y cosmética	255.2
A730	Transformación del caucho y de las materias plásticas.	
A730	Industria del caucho	481
A731	Transformación de materiales plásticos	482
A740	Fabricación de productos a base de amianto.	
A750	Fabricación de pólvoras y explosivos	253.8
	Textiles. Cueros. Madera y muebles. Industrias diversas.	
A760	Industria textil y del vestido.	
A761	Peinado y cardado de fibras textiles (preparación).	
A761(1)	Algodón	431.1
A761(2)	Lana	432.1
A761(3)	Seda natural y sus mezclas y de las fibras artificiales y sintéticas	433
A761(4)	Industria de las fibras duras y mezclas	434
A762	Hilado, hilandería y tejido.	
A762(1)	Algodón	431.2
A762(2)	Lana	432.2
A762(3)	Seda natural y sus mezclas y de fibras artificiales y sintéticas	433
A763	Blanqueado, teñido, estampado	436
A764	Confección de vestidos.	
A764(1)	Confección en serie de prendas de vestir y complementos del vestido	453
A764(2)	Confección a medida de prendas de vestir y complementos del vestido	454
A764(3)	Fabricación de géneros de punto	435
A764(4)	Fabricación de alfombras	437
A764(5)	Confección de otros artículos con materias textiles	455
A770	Industrias del cuero y pieles.	
A771	Curtido	441
A772	Peletería	456
A773	Fabricación de calzado y otros artículos de cuero.	
A773(1)	Fabricación de calzado, excepto de caucho y madera	451
A773(2)	Fabricación de calzado de artesanía y a medida, incluido zapato ortopédico	452
A773(3)	Fabricación de artículos de cuero y similares	442
A780	Industrias de la madera y mueble.	
A781	Serraderos, fabricación de tableros.	
A781(1)	Aserrado y preparación industrial de la madera	461
A781(2)	Fabricación de productos semielaborados de madera	462
A782	Fabricación de productos en madera, amueblamiento.	
A782(1)	Fabricación en serie de piezas de carpintería, parquet y estructuras de madera para la construcción	463
A782(2)	Fabricación de envases y embalajes de madera	464
A782(3)	Fabricación de objetos diversos de madera, excepto muebles	465
A782(4)	Industria del mueble de madera	468
A782(5)	Fabricación de productos de corcho	466
A782(6)	Fabricación de artículos de junco y caña, cestería, brochas, cepillos, etc.	467
A790	Industrias diversas conexas.	
A790(1)	Otras industrias textiles	439
A790(2)	Joyería y bisutería	491
A790(3)	Fabricación de instrumentos de música	492
A790(4)	Fabricación de juegos, juguetes y artículos de deporte	494
A790(5)	Industrias manufactureras diversas	495

Número de código		Equivalente en CNAE
	Papel, cartón imprenta.	
A800	Industria del papel y del cartón.	
A801	Fabricación de pasta de papel	471
A802	Fabricación de papel y cartón	472
A803	Transformación de papel y cartón	473
A810	Imprenta, edición, laboratorios fotográficos.	
A811	Imprenta, edición.	
A811(1)	Artes gráficas y actividades anexas	474
A811(2)	Edición	475
A812	Laboratorios fotográficos y cinematográficos	493
	Servicios comerciales.	
A820	Lavadoras, limpiadoras, tintorería	971
A830	Comercio.	
A830(1)	Comercio al por mayor	61
A830(2)	Recuperación de productos	62
A830(3)	Intermediarios del comercio	63
A830(4)	Comercio al por menor	64
A830(5)	Reparación de artículos eléctricos para el hogar	761
A830(6)	Reparación de otros bienes de consumo n.c.o.p.	673
A830(7)	Servicios privados de telecomunicaciones	762
A840	Transporte, comercio y reparación de automóviles.	
A841	Comercio y reparación de automóviles	672
A842	Transporte.	
A842(1)	Transporte por ferrocarril	71
A842(2)	Transporte urbano de viajeros	721
A842(3)	Transporte de viajeros por carretera	772
A842(4)	Transporte de mercancías por carretera	723
A842(5)	Transporte por tubería	724
A842(6)	Otros transportes terrestres n.c.o.p.	729
A842(7)	Transporte marítimo y por vías navegables	73
A842(8)	Transporte aéreo	74
A842(9)	Actividades anexas a los transportes	75
A850	Moteles, cafés, restaurantes.	
A850(1)	Hostelería	66
A850(2)	Restaurantes y cafés, sin hospedaje	65
	Servicios colectivos.	
A860	Sanidad y servicios veterinarios.	
A861	Sanidad y servicios veterinarios.	
A861(1)	Hospitales, clínicas y sanatorios de medicina humana	941
A861(2)	Otros establecimientos sanitarios	942
A861(3)	Consultas de Médicos	943
A861(4)	Consultas y clínicas odontológicas	944
A861(5)	Otros profesionales independientes	945
A861(6)	Consultas y clínicas veterinarias	946
A870	Investigación.	
A871	Enseñanza, incluso los laboratorios de investigación.	
A871(1)	Centros de Educación Preescolar	931
A871(2)	Centros de Educación General Básica	932
A871(3)	Centros de Bachillerato	933
A871(4)	Centros de Educación Superior	934
A871(5)	Centros de Formación y Perfeccionamiento Profesional	935
A871(6)	Otros profesionales independientes y Centros de educación	936
A871(7)	Laboratorios de investigación	937
A880	Otros servicios colectivos.	
(A881)	Instituciones financieras	81
(A882)	Seguros	82
(A883)	Auxiliares financieros y de Seguros. Actividades inmobiliarias	83
(A884)	Servicios prestados a las Empresas	84
(A885)	Alquiler de bienes muebles	85
(A886)	Alquiler de bienes inmuebles	86
(A887)	Administraciones Públicas.	
A887(1)	Administración Pública, Defensa nacional y Seguridad Social	91
A887(2)	Representaciones diplomáticas y Organismos internacionales	99
A887(3)	Correos y servicios oficiales de telecomunicaciones	761
(A888)	Asistencia social y otros servicios prestados a la colectividad	95
(A889)	Servicios recreativos y culturales	96
	Servicios domésticos.	
(A890)	Servicios domésticos y personales.	
(A891)	Servicios domésticos	980
(A892)	Servicios personales.	
A892(1)	Salones de peluquería e institutos de belleza	972

Número de código		Equivalente en CNAE
A892(2)	Estudios fotográficos	973
A892(3)	Servicios de limpieza	922
A892(9)	Otros servicios n.c.o.p.	979
	Descontaminación. Eliminación de residuos.	
A900	Limpieza y mantenimiento de espacios públicos	921
A910	Estaciones de depuración urbana.	
A920	Tratamiento de residuos urbanos.	
A930	Tratamiento de efluentes y residuos industriales.	
(A931)	Incineración.	
A931(1)	Incineración en tierra.	
A931(2)	Incineración en mar.	
(A932)	Tratamientos físico-químicos.	
A932(1)	Tratamientos físico-químicos.	
(A933)	Tratamientos biológicos.	
A933(1)	Tratamientos biológicos.	
(A935)	Reagrupación y/o preacondicionamiento de residuos.	
A935(1)	Agrupamiento.	
A935(2)	Aplicación sobre el terreno.	
(A936)	Localización en, dentro o sobre el suelo.	
A936(1)	Depósito sobre o en el suelo.	
A936(2)	Aplicación sobre el terreno.	
A936(3)	Inyección o depósito en profundidad.	
A936(4)	Lagunaje.	
A936(5)	Depósito de seguridad.	
A936(6)	Vertido al medio acuático.	
A936(7)	Inmersión.	
A936(8)	Almacenamiento permanente.	
A936(9)	Almacenamiento temporal.	
	Recuperación de residuos.	
A940	Actividades de regeneración.	
A941	Regeneración de aceites.	
A942	Regeneración de disolventes.	
A943	Regeneración de sustancias orgánicas, no utilizadas como disolventes o aceites.	
A943(1)	Regeneración de resinas de cambio iónico.	
A943(2)	Regeneración de otras sustancias orgánicas.	
(A944)	Regeneración de sustancias inorgánicas.	
A944(1)	Regeneración de ácidos o de bases.	
A944(2)	Regeneración de otras sustancias inorgánicas.	
A950	Actividades de recuperación.	
(A951)	Recuperación de aceites.	
(A952)	Recuperación de disolventes.	
(A953)	Recuperación de sustancias orgánicas, no utilizadas como disolventes o aceites.	
(A954)	Recuperación de sustancias inorgánicas.	
A954(1)	Recuperación de ácidos o de bases.	
A954(2)	Recuperación de metales o de compuestos metálicos.	
A954(3)	Recuperación de productos descontaminantes.	
A954(4)	Recuperación de productos provenientes de catalizadores.	
A954(5)	Recuperación de otras sustancias inorgánicas.	
(A960)	Almacenamiento e intercambio.	
(A961)	Almacenamiento temporal previo a regeneración o recuperación y reutilización.	
(A962)	Intercambio para regeneración o recuperación y reutilización.	
A970	Actividades de reutilización.	
(A971)	Reutilización de aceites.	
A971(1)	Utilización como combustibles.	
A971(2)	Otra reutilización.	
(A972)	Reutilización de disolventes.	
(A973)	Reutilización de sustancias orgánicas, no utilizadas como disolventes o aceites.	
(A974)	Reutilización de sustancias inorgánicas.	
(A975)	Esparcimiento en el suelo para aprovechamiento agrícola o forestal.	

Tabla 7

PROCESOS GENERADORES DE RESIDUOS

Número de código	
	General (0000)
B0001	Sistemas auxiliares.
B0002	Producción de vapor.
B0003	Transporte de materias primas.
B0004	Combustión.
B0005	Limpieza de maquinaria y equipos.
B0006	Tratamiento de aguas residuales.
B0007	Refrigeración.
B0008	Calefacción.
B0009	Transporte de productos manufacturados.
B0010	Limpieza de depósitos.
B0011	Purificación de gases efluentes.
B0012	Ablandado de aguas mediante zaolitas.
B0013	Ablandado de aguas mediante resinas cambiadoras.
B0014	Proceso cal-sosa.
B0015	Acondicionamiento de agua con fosfatos.
B0016	Eliminación de sílice del agua.
B0017	Desaireación de aguas.
B0018	Eliminación de compuestos orgánicos del agua.
B0019	Servicios generales.
	Agricultura-Ganadería (1000)
	Industria Agrícola y Agroalimentaria
	Fabricación de harinas.
B1001	Limpieza de trigo.
B1002	Molienda.
B1003	Lavado.
B1004	Mojado y ablandamiento.
B1005	Almacenaje.
B1006	Obtención de pastas y sémolas.
B1007	Fabricación de harina de pescado.
B1008	Fabricación de harinas de origen animal.
B1009	General fabricación de harinas.
	Fabricación de azúcar.
B1101	Secaderos.
B1102	Jugos con expulsión de CO_2.
B1103	Fermentación.
B1104	Destilación.
B1105	Transporte.
B1106	General fabricación de azúcar.
	Fabricación de conservas.
B1201	Selección.
B1202	Pelado físico.
B1203	Pelado químico.
B1204	Deshuesado.
B1205	Desalado.
B1206	Remojo de legumbres.
B1207	Fermentación en salmuera.
B1208	Cocido.
B1209	Lavado posterior al cocido.
B1210	Secado.
B1211	Lavado de latas y contenedores.
B1212	Empaquetado.
B1213	Relleno y adición de líquidos de gobierno.
B1214	Limpieza de materia prima.
B1215	Salazón.
B1216	Esterilización.
B1217	Molturación de aceituna.
B1218	Conservas de pescado.
B1219	Conservas de frutas y verduras.
B1220	Conservas de carne.
B1221	General fabricación de conservas.
	Industrias de fermentación.
B1301	Fabricación de alcohol etílico.
B1302	Fabricación de alcohol butílico y acetona.
B1303	Fabricación de ácido acético y vinagre.
B1304	Fabricación de ácido cítrico.
B1305	Fabricación de ácido láctico.
B1306	General industrias de fermentación.
	Fabricación de la cerveza.
B1401	Envasado.
B1402	Malteado.
B1403	Cocimiento.
B1404	Remojo.
B1405	Lavado de envases.
B1406	Limpieza de malta, cebada, etc. Clasificación.
B1407	Refrigeración, generación de frío.
B1408	Transformado materias primas y recepción.
B1409	Fermentación y germinación.
B1410	Desecación.

Número de código	
B1411	Transporte.
B1412	General fabricación de cerveza.
	Energía (2000)
	Minería del carbón.
B2001	General minería carbón.
B2002	Minas ácidas o ferruginosas.
B2003	Minas alcalinas.
B2004	Explotación del carbón a cielo abierto.
B2005	Explotación del carbón subterráneo.
B2006	Lavado del carbón.
B2007	Drenaje mina carbón subterránea alcalina.
B2008	Drenaje mina carbón subterránea ácida.
B2009	Clasificación carbón.
B2010	Drenaje mina carbón cielo abierto alcalina.
B2011	Drenaje mina carbón cielo abierto ácida.
B2012	Aglomerado de carbón.
B2013	Tratamiento.
B2014	Plantas de preparación del carbón.
B2015	Restauración de espacios mineros.
	Destilación seca del carbón
B2101	Obtención de coque.
B2102	Obtención de breas.
B2103	Obtención de alquitrán.
B2104	Obtención de aceites ligeros.
B2105	Obtención de gas de carbón.
B2106	General destilación seca del carbón.
	Refinerías de petróleo
B2201	Almacenamiento de crudos y productos.
B2202	Calderas y procesos de calor (fuel-oil).
B2203	Calderas y procesos de calor (fuel-gas).
B2204	Aguas de deslastre.
B2205	Desalado de crudos.
B2206	Destilación fraccionada.
B2207	«Craking» térmico.
B2208	«Craking» catalítico.
B2209	«Hidrocracking».
B2210	Polimerización.
B2211	Alquilación.
B2212	«Coking» fluidificado.
B2213	Isomerización.
B2214	«Reforming».
B2215	Refinado mediante disolventes.
B2216	Hidrotratamiento.
B2217	Fabricación de aceites lubricantes.
B2218	Producción de asfalto.
B2219	Secado y desmercaptanización.
B2220	Purificación final de aceites lubricantes.
B2221	Mezclado y envasado.
B2222	Fabricación de hidrógeno.
B2223	Desulfuración.
B2224	Fabricación de productos básicos para síntesis o polimerización.
B2225	Destilación a vacío.
B2226	Concentración de gases.
B2227	Otros procesos no incluidos en esta lista.
	Centrales térmicas.
B2301	Combustible sólido en circuito abierto.
B2302	Combustible sólido en circuito cerrado.
B2303	Combustible líquido en circuito abierto.
B2304	Combustible líquido en circuito cerrado.
B2305	Mixta.
B2306	Limpieza del sistema de refrigeración.
B2307	Transporte de cenizas.
B2308	Limpieza de la caldera.
B2309	Limpieza de equipos.
B2310	Lavado de gases.
B2311	Otros procesos no incluidos en esta lista.
	Metalurgia-Construcción Mecánica y Eléctrica (3000)
	Minería metálica.
B3001	General minería metálica.
B3002	Minería plomo-cinc.
B3003	Molienda y trituración.
B3004	Sinterización CO_3Mg.
B3005	Flotación.
B3006	Minería del aluminio.
B3007	Minería del cobre.
B3008	Minería del mercurio.
B3009	Minería de metales preciosos.
	Siderurgia.
B3101	Fabricación de coque.
B3102	Fabricación de sinter y peletización.
B3103	Hornos altos.
B3104	Convertidores.
B3105	Hornos de inyección de oxígeno (vía seca).
B3106	Hornos de inyección de oxígeno (vía húmeda).
B3107	Fundición de hierro-cubilote.
B3108	Fundición de hierro-reverbero.
B3109	Fundición de hierro-inducción.
B3110	Fundición de acero-arco eléctrico.
B3111	Fundición de acero-inducción.
B3112	Hornos de solera abierta.
B3113	Hornos de arco eléctrico (vía húmeda).
B3114	Hornos de arco eléctrico (vía seca).
B3115	Desgasificación al vacío.
B3116	Afino en cuchara.
B3117	Fusión.
B3118	Colada en lingotes y moldes.
B3119	Colada continua.
B3120	Laminación en caliente de desbaste.
B3121	Laminación en caliente de perfiles.
B3122	Laminación en caliente de bandas.
B3123	Laminación en caliente de chapas.
B3124	Fabricación de tubos.
B3125	Laminado en frío.
B3126	Recubrimientos galvanizados.
B3127	Tratamientos superficiales con ácidos.
B3128	Tratamientos superficiales con álcalis.
B3129	Tratamientos superficiales con sales.
B3130	Recubrimiento plomo-estaño.
B3131	Ferroaleaciones-silicato metal.
B3132	Ferroaleaciones-silicio manganeso.
B3133	Ferro-manganeso.
B3134	Ferro-silicio (50 por 100).
B3135	Ferro-silicio (75 por 100).
B3136	Ferro-silicio (90 por 100).
B3137	Decapado.
B3138	Forja.
B3139	Maldería.
B3140	Mecanizado.
B3141	Terminado superficial.
B3142	Esmaltes sobre acero.
B3143	Esmaltes sobre fundición de hierro.
B3144	Otros procesos no especificados en esta lista.
	Metalurgia.
B3201	Procesos pirometalúrgicos en general.
B3202	Procesos hidrometalúrgicos en general.
B3203	Aluminio-molienda bauxita.
B3204	Aluminio-calcinación hidróxido aluminio.
B3205	Aluminio-horno de cocción.
B3206	Aluminio-celda reducción de precocción.
B3207	Bronce/latón-alto horno.
B3208	Bronce/latón-crisol.
B3209	Bronce/latón-cubilote.
B3210	Bronce/latón-inducción eléctrica.
B3211	Bronce/latón-reverbero.
B3212	Bronce/latón-horno rotatorio.
B3213	Cinc-fundición-tostación.
B3214	Cinc-fundición-sinterizado.
B3215	Cinc-fundición-retortas horizontales.
B3216	Cinc-fundición-retortas verticales.
B3217	Cinc-fundición-proceso electrolítico.
B3218	Cinc-procesado secundario-horno de retorta reducción.
B3219	Cinc-procesado secundario-mufla.
B3220	Cinc-procesado secundario-horno de sales (crisol).
B3221	Cinc-procesado secundario-cuba galvanizado.
B3222	Cinc-procesado secundario-horno calcinación.
B3223	Cobre-tostación.
B3224	Cobre-fusión (horno de reverbero).
B3225	Cobre-conversión.
B3226	Cobre-afino.
B3227	Latón (ver bronce).
B3228	Magnesio-fundición secundaria-horno de sales.
B3229	Plomo-fundición-sinterizado.

Número de código	
B3230	Plomo-fundición-alto horno.
B3231	Plomo-fundición-horno de reverbero.
B3232	Plomo-fundición secundaria-horno de sales (crisol).
B3233	Plomo-fundición secundaria-horno de reverbero.
B3234	Plomo-fundición secundaria-cubilote.
B3235	Plomo-fundición secundaria-reverbero rotatorio.
B3236	Aluminio-segunda fusión.
B3237	Laminación de aluminio con aceites.
B3238	Laminación de aluminio con emulsiones.
B3239	Extrusión del aluminio.
B3240	Forja de aluminio.
B3241	Tratamiento de superficie del aluminio.
B3242	Fusión de metales preciosos.
B3243	Tratamiento de secado.
B3244	Calderas de calefacción.
B3245	Decapado de metales no férreos.
B3248	Conformado.
B3249	Fusión.
B3250	Colada en lingotes y moldes.
B3251	Terminado superficial.
B3252	Electrólisis en general.
B3253	Pulido.
B3254	Desmoldeo de piezas.
B3255	Impregnación.
B3256	Afinado de metales.
B3257	Fabricación de sales.
B3256	Esmaltes sobre aluminio.
B3257	Esmaltes sobre cobre.
B3258	Otros procesos no especificados en esta lista.
	Galvanizado
B3301	General de galvanizados.
B3302	Decapado hierro con ácido clorhídrico.
B3303	Curado.
B3304	Tufilado y esmaltaje.
B3305	Otros procesos no especificados en esta lista.
	Fabricación de pilas y baterías
B3401	Producción de pilas con ánodo de cadmio.
B3402	Producción de pilas con ánodo de calcio.
B3403	Producción de pilas con ánodo de plomo.
B3404	Producción de pilas con ánodo de cinc.
B3405	Producción de pilas con ánodo de litio.
B3406	Producción de pilas con ánodo de magnesio.
B3407	General fabricación de pilas y baterías.
	Fabricación de componentes eléctricos y electrónicos
B3501	Fabricación de semiconductores.
B3502	Fabricación de cristales electrónicos.
B3503	Fabricación de tubos electrónicos.
B3504	Fabricación de recubrimientos fosforecentes.
B3505	Fabricación de capacitancias secas.
B3506	Fabricación de capacitancias con fluído dieléctrico.
B3507	Fabricación de productos de carbón y grafito.
B3508	Fabricación de papel de mica.
B3509	Fabricación de lámparas incandescentes.
B3510	Fabricación de lámparas fluorescentes.
B3511	Fabricación de grupos electrógenos.
B3512	Fabricación de recubrimientos magnéticos.
B3513	Fabricación de resistencias y resistores.
B3514	Fabricación de transformadores secos.
B3515	Fabricación de transformadores con fluído dieléctrico.
B3516	Fabricación de aislantes plásticos.
B3517	Fabricación de cables aislados no férreos.
B3518	Fabricación de piezas electrónicas con ferrita.
B3519	Fabricación de motores, generadores y alternadores.
B3520	Fabricación de calentadores de resistencia.
B3521	Fabricación de interruptores, aparatos de control de fluido eléctrico o protección de equipos.
B3522	General de fabricación de componentes eléctricos y electrónicos.
	Minerales no metálicos. Materiales de construcción, cerámica y vidrio (4000)
	Fabricación de cales
B4001	General fabricación cales.
B4002	Clasificación.
B4003	Calcinación.
B4004	Molienda.

Número de código	
	Fabricación de yesos
B4101	General fabricación yesos.
B4102	Hornos rotativos.
B4103	Fabricación de SO_4Na_2.
B4104	Fabricación de óxido de magnesio.
	Fabricación de productos cerámicos
B4201	General cerámica.
B4202	Cerámica blanca.
B4203	Fabricación de azulejos.
B4204	Fabricación de ladrillos.
B4205	Fabricación de refractarios.
B4206	Esmaltes.
	Fabricación de cementos
B4301	General de fabricación de cementos.
B4302	Proceso de vía seca.
B4303	Proceso de vía húmeda.
B4304	Trituraciones.
B4305	Molinos de crudo. Preparación de crudo.
B4306	Molinos de cemento.
B4307	Molinos de carbón.
B4308	Hornos.
B4309	Enfriadoras.
B4310	Homogeneización.
B4311	Cocción.
B4312	Almacenaje.
B4313	Envasado. Ensacado. Carga. Descarga.
B4314	Transporte. Distribución. Expedición. Granel.
	Fabricación de productos a base de amianto
B4401	Fabricación de cartón con asbestos.
B4402	Recuperación de disolventes.
B4403	Procesado textil.
B4404	Laminado de planchas.
B4405	Combustión.
B4406	Purificación de gases.
B4407	Producción de amianto.
B4408	Fabricación de placas de fibrocemento.
B4409	Fabricación de tubos de fibrocemento.
B4410	Fabricación fibrocemento.
B4411	Fabricación de amianto cemento.
B4412	Fabricación planchas poliéster.
B4413	Fabricación asbestos con polivinilo.
B4414	Fraguado.
B4415	Mecanizado tubería.
B4416	Otros procesos no especificados en esta lista.
	Industria del vidrio
B4501	General de vidrio.
B4502	Vidrio de uso común.
B4503	Vidrio de seguridad.
B4504	Vidrio óptico.
B4505	Lana y seda de vidrio.
B4506	Fusión de vidrio.
B4507	Soplado de vidrio.
B4508	Tallado de lentes.
B4509	Lavado de vidrio. Lavado de humos.
B4510	Recocido del vidrio. Hornos de recuperación.
B4511	Embalaje. Estuchado.
B4512	Mezcla de materias primas.
B4513	Inyección.
B4514	Montaje.
B4515	Esterilizado.
B4516	Elaboración de fibra de vidrio.
B4517	Polimerización.
B4518	Deslustrado.
B4519	Plateado.
	Industria química (5000)
	Industria química inorgánica
B5001	General química inorgánica.
B5002	Fabricación de ácido nítrico.
B5003	Fabricación de ácido nítrico proceso Lumimus.
B5004	Fabricación de ácido nítrico proceso Spindesa.
B5005	Reformado con vapor.
B5006	Recuperación de hidrógeno.

Número de código	
B5007	Síntesis de amoníaco.
B5008	Denitración basuras.
B5009	Nitración glicerina.
B5010	Nitración tolueno.
B5011	Acido sulfúrico.
B5012	Acido sulfúrico por contacto.
B5013	Acido sulfúrico por cámaras.
B5014	Horno de secado.
B5015	Tostación de piritas.
B5016	Depuración de gases.
B5017	Absorción.
B5018	Purificación de ácidos.
B5019	Fabricación de anhídrido sulfuroso líquido.
B5020	Fabricación de abonos fosfatados.
B5021	Acido fosfórico.
B5022	Acido fosfórico vía húmeda.
B5023	Fabricación de fosfato monoamónico.
B5024	Fabricación de fosfato diamónico.
B5025	Fabricación de superfosfatos.
B5026	Mezcla de materia prima.
B5027	Fabricación de sal común.
B5028	Fabricación de sulfato sódico.
B5029	Fabricación de bisulfito y sulfito sódico.
B5030	Fabricación de sulfuro sódico.
B5031	Fabricación de tiosulfato sódico.
B5032	Fabricación de nitrito sódico.
B5033	Fabricación de silicato sódico.
B5034	Fabricación de nitrato cálcico.
B5035	Fabricación de nitrato amónico.
B5036	Fabricación de nitrosulfato amónico.
B5037	Fabricación de sulfato amónico.
B5038	Fabricación de urea.
B5039	Fabricación de cianamida cálcica.
B5040	Fabricación de fosfato potásico.
B5041	Fabricación de sulfato potásico.
B5042	Fabricación de fluosilicato sódico.
B5043	Fabricación de fosfato trisódico.
B5044	Fabricación de polifosfato.
B5045	Fabricación de fosfato bicálcico.
B5046	Secado.
B5047	Reactores.
B5048	Separación por vía húmeda.
B5049	Sistema de evacuación de yeso.
B5050	Retrogradados.
B5051	Calcinación TPF.
B5052	Molienda.
B5053	Granulación.
B5054	Síntesis de clorhídrico.
B5055	Purificación de clorhídrico.
B5056	Destilación de ácidos.
B5057	Producción de sosa cáustica sólida.
B5058	Producción electrolítica de cloro.
B5059	Producción electrolítica de sosa cáustica.
B5060	Producción de hipoclorito sódico absorción.
B5061	Producción de clorito sódico.
B5062	Producción de clorato sódico.
B5063	Fabricación de nitratos.
B5064	Filtración.
B5065	Acido cianhídrico y obtención de cianuros.
B5066	Fabricación de dióxido de titanio.
B5067	Fabricación de sulfato de cobre.
B5068	Producción de sulfato de níquel.
B5069	Producción de dicromato sódico.
B5070	Producción de sulfato de aluminio.
B5071	Producción de bórax.
B5072	Producción de carbonato cálcico.
B5073	Concentración sosa cáustica.
B5074	Electrólisis.
B5075	Pirólisis clorada.
B5076	Obtención de dicloruro de etileno.
B5077	Obtención de bicarbonato y carbonato sódico.
B5078	Condensación ácido fluorhídrico y fabricación FH.
B5079	Rebajado de ácidos.
B5080	Secado.
B5081	Transporte.
B5082	Refrigeración.
B5083	Producción de fluoruros.
B5084	Cloro-sosa.
B5085	Fabricación de ácido bórico.
B5086	Purificación de materias primas.
B5087	Fabricación de pigmentos de cromo.
B5088	Calcinación pigmentos.
B5089	Digestión ilmenita.
B5090	Precipitación.
B5091	Hidrogenación cetolítica.
B5092	Deshidratación.
B5093	Rectificación.
B5094	Fabricación de cloruro amónico.
B5095	Fabricación de tricloroetileno.
B5096	Fabricación de tetracloruro de carbono.
B5097	Fabricación de óxido de cinc.
B5098	Recuperación de materias primas.
B5099	Fabricación de tripolifosfatos sódicos.
B5100	Producción de dióxido de carbono.
B5101	Producción de hidrógeno.
B5102	Producción de hielo.
B5103	Producción de nitrógeno.
B5104	Producción de oxígeno.
B5105	Producción de argón.
B5106	Producción de acetileno.
B5107	Producción de monóxido de carbono.
B5108	Producción de dióxido de azufre.
	Industria Petroquímica.
B5201	General.
B5202	Secado y lavado.
B5203	Transporte y saneamiento.
B5204	Polinización.
B5205	Absorción.
B5206	Licor de reservas.
B5207	Sales fundadas.
B5208	Oleum.
B5209	Sulfato amónico.
B5210	Catálisis.
B5211	Destilación.
B5212	Oxidación.
B5213	Anhídrido ftálico.
B5214	Polietileno y polipropileno.
B5215	Incineración.
B5216	Acido nítrico.
B5217	Alcoholes.
B5218	Filtración.
	Carboquímica.
B5301	Producción de carbono amorfo.
B5302	Producción de carbono activo.
B5303	Producción de carbono de sodio.
B5304	Producción de carbono cálcico.
	Industria Química Orgánica.
B5401	Producción de derivados del benceno, tolueno, naftaleno y otros productos cíclicos.
B5402	Producción de tintas orgánicas sintéticas.
B5403	Producción de pigmentos y colorantes orgánicos sintéticos.
B5404	Producción de crudos cíclicos a partir de alquitrán, tales como aceites ligeros, ácidos de alquitrán, creosotas, naftaleno, antraceno y sus homólogos.
B5405	Producción de productos orgánicos no cíclicos, tales como ácido acético, cloroacético, fórmico, oxálico, tartárico y sus sales metálicas, formaldehído y metilamina.
B5406	Producción de disolventes, tales como alcohol etílico, butílico y amílico, metanol, acetatos etílico, butílico y amílico, éteres, acetona y otros disolventes halogenados.
B5407	Producción de alcoholes polihídricos, tales como glycol, sorbitol, glicerina sintética.
B5408	Producción de perfumes y sabores sintéticos, tales como salicilato de metilo, sacarina, citral, vainilla sintética.
B5409	Fabricación de productos químicos para transformación del caucho, tales como aceleradores y antioxidantes.
B5410	Producción de plastificantes, tales como ésteres de ácido fosfórico, anhídrido ftálico, ácido adípico, ácido oleico, ácido esteárico.
B5411	Producción de productos sintéticos para curtido.
B5412	Producción de ésteres y aminas de alcoholes polihídricos y ácidos grasos.
B5413	Otros procesos no especificados en esta lista.
	Fabricación de materias plásticas.
B5501	Producción de resinas fenólicas.
B5502	Producción de urea-formaldehído.
B5503	Producción de melamina.
B5504	Producción de resinas de acetato de celulosa.

Número de código	
B5505	Producción de resinas acrílicas.
B5506	Producción de resinas alquídicas.
B5507	Producción de resinas epoxy.
B5508	Producción de resinas de poliamida.
B5509	Producción de resinas de hidrocarburos del petróleo.
B5510	Producción de resinas de polícrilato/metacrilato.
B5511	Producción de resinas de poliéster.
B5512	Producción de resinas de polietileno.
B5513	Producción de resinas de polipropileno.
B5514	Producción de resinas de poliestireno.
B5515	Producción de resinas de acetato de polivinilo.
B5516	Producción de resinas de alcohol vinílico.
B5517	Fabricación de cloruro de polivinilo (P.V.C.).
B5518	Fabricación de resinas de estireno/butadieno.
B5519	Fabricación de resinas de poliésteres no saturados.
B5520	Otros procesos no especificados en esta lista.
	Fabricación de fibras sintéticas.
B5601	General fibras sintéticas.
B5602	Fabricación de fibras vinílicas.
B5603	Fabricación de fibras de poliéster.
B5604	Fabricación rayón.
B5605	Fabricación nylon.
B5606	Fabricación vinyon.
B5607	Fabricación fibras acrílicas.
B5608	Fabricación fibras acetato celulosa.
B5609	Fabricación de fibras de polipropileno.
B5610	Fabricación de fibra poliamida.
B5611	Fabricación integrada fibra celulósica de pasta de madera.
B5612	Fabricación de fibras de caseína.
B5613	Fabricación de fibras vulcanizadas.
	Fabricación de productos farmacéuticos.
B5701	General farmacéuticos.
B5702	Productos de fermentación.
B5703	Productos biológicos y de extracción natural.
B5704	Productos de síntesis química.
B5705	Formulación de productos.
B5706	Investigación farmacéutica.
B5707	Mezcla.
B5708	Incinerador.
B5709	Fermentación antibióticos y enzimas.
B5710	Filtración de antibióticos.
B5711	Refino de antibiótico y enzimas.
B5712	Preparación y dosificación de soluciones y emulsiones.
B5713	Síntesis.
B5714	Envasado y lavado.
B5715	Fabricación de jarabes y pomadas.
B5716	Fabricación de inyectables y líquidos.
B5717	Fabricación hematológicos.
B5718	Fraccionamiento plasma humano.
B5719	Secado.
B5720	Grageados preparación comprimidos (F. Sólidas).
B5721	Granulado.
B5722	Precipitación de geles.
B5723	Extracción.
B5724	Descalcificador.
B5725	Recuperación disolvente.
B5726	Producción agua osmótica.
B5727	Reutilización y/o eliminación de productos caducados.
	Fabricación de pesticidas.
B5801	General pesticidas.
B5802	Formulación y envasado de pesticidas.
B5803	Producción de herbicidas.
B5804	Producción de fungicidas.
B5805	Producción de insecticidas.
B5806	Producción de aracnicidas.
B5807	Producción de molusquicidas.
B5808	Producción de alguicidas.
B5809	Obtención de pesticidas organofosfóricos.
B5810	Obtención de pesticidas carbonatados.
B5811	Obtención de herbicidas benzoicos.
B5812	Obtención de herbicidas alifáticos clorados.
B5813	Obtención de fumigantes con hidrocarburos alifáticos halogenados.
B5814	Obtención de herbicidas de fenil-urea.
B5815	Obtención de herbicidas fenoxílicos.
B5816	Obtención de pesticidas de hidrocarburos policlorados.
B5817	Obtención de pesticidas nítricos.
B5818	Obtención de pesticidas con arsénico o arseniatos.
B5819	Obtención de pesticidas con mercurio.
	Industria Paraquímica (6000)
	Procesos Paraquímicos Generales.
B6001	General.
B6002	Secado.
B6003	Molienda o molturación.
B6004	Purificación.
B6005	Lavado.
B6006	Limpieza.
B6007	Dispersión.
B6008	Cristalización.
B6009	Cristalización.
B6010	Disolución.
B6011	Envasado. Mezclado.
B6012	Incineración. Calcinación.
B6013	Nitración.
B6014	Limación.
B6015	Fusión.
	Fabricación de productos fotográficos.
B6101	Fabricación de superficies sensibles con sales de plata.
B6102	Fabricación de superficies sensibles con sales de diazonio por procesos acuosos.
B6103	Fabricación de superficies sensibles con sales de diazonio por disolventes.
B6104	Fabricación de productos químicos de revelado.
B6105	Fabricación de productos térmicos.
B6106	General de fabricación de productos fotográficos.
	Industria del caucho.
B6201	Fabricación de neumáticos.
B6202	Polimerización por emulsión.
B6203	Polimerización por solución.
B6204	Producción de látex.
B6205	Elaboración, extrusión y fabricación de productos de caucho.
B6206	Elaboración, extrusión y fabricación de productos de látex.
B6207	Negro de humo (Almacenamiento. Limpieza).
B6208	Preparación y mezclas de caucho.
B6209	Preparación productos químicos.
B6210	Otros procesos no especificados en esta lista.
	Fabricación de pólvoras y explosivos.
B6301	Producción de nitroglicerina y dinamita.
B6302	Producción de nitrocelulosa.
B6303	Producción de trinitrotolueno.
B6304	Producción de tetryl.
B6305	Producción de ácido pícnico y picnato amónico.
B6306	Producción de petn.
B6307	Producción de fulminato de mercurio.
B6308	Producción de productores de humos.
B6309	Producción de productos incendiarios.
B6310	Producción de productos pirotécnicos.
B6311	Producción de cerillas y fósforos.
B6312	Mezcla y empaquetado de explosivos.
B6313	General de fabricación de pólvoras y explosivos.
	Fabricación de tintes, barnices, pinturas y colas.
B6401	Lavado de tanques con disolventes.
B6402	Lavado de tanques con solución cáustica.
B6403	Lavado de tanques con solución acuosa.
B6404	General de fabricación de tintes, barnices, pinturas y colas.
	Fabricación de jabones y detergentes.
B6501	Producción de jabones en caldera.
B6502	Producción de ácidos grasos.
B6503	Producción de jabones por neutralización de ácidos grasos.
B6504	Concentración de glicerina.
B6505	Destilación de glicerina.
B6506	Fabricación de jabón en polvo.
B6507	Fabricación de jabón en barra.
B6508	Fabricación de jabón líquido.
B6509	Sulfatación con óleo.
B6510	Sulfatación con aire y SO_3.
B6511	Sulfatación en vacío y SO_3 disuelto.

Número de código	
B6512	Sulfatación con ácido sulfonico.
B6513	Sulfatación con ácido clorosulfónico.
B6514	Neutralización de ácidos sulfónicos y ésteres de ácido sulfúrico.
B6515	Fabricación de detergentes en polvo.
B6516	Fabricación de detergentes líquidos.
B6517	Mezcla de detergentes en polvo.
B6518	Fabricación de detergentes en barra.
B6519	Otros procesos no especificados en esta lista.
	Textiles, cueros, madera y muebles (7000).
	Industria textil.
B7001	General industria textil.
B7002	Lavado de lana.
B7003	Peinado de lana.
B7004	Limpieza de lana.
B7005	Lavado de fibra sintética y artificial.
B7006	Tintado de fibra sintética y artificial.
B7007	Acabado de fibra sintética y artificial.
B7008	Bobinado de hilados.
B7009	Aprestado.
B7010	Vaporización.
B7011	Secado.
B7012	Encolado.
B7013	Tisaje.
B7014	Climatización.
B7015	Carbonizado.
B7016	Blanqueado.
B7017	Teñido.
B7018	Estampación.
B7019	Fabricación y confección de prendas de vestir.
	Industria del curtido.
B7101	General de curtidos.
B7102	Industrias con pelado mecánico. Curtición al cromo.
B7103	Industrias con pelado químico por disolución. Curtición al cromo.
B7104	Curtición sin cromo.
B7105	Industrias de recurtición y acabado.
B7106	Industrias de curtición de pieles sin pelo.
B7107	Piquelado.
B7108	Pigmentadoras.
	Industrias de la madera.
B7201	General de industrias de la madera.
B7202	Preservación de la madera.
B7203	Fabricación de paneles aislantes.
B7204	Fabricación de paneles endurecidos.
B7205	Fabricación de productos semielaborados en madera.
	Papel, cartón, imprenta (8000).
	Fabricación de pasta de papel.
B8001	Preparación de madera.
B8002	Defibrado mecánico.
B8003	Cocción de la madera.
B8004	Lavado y depuración de pasta.
B8005	Blanqueo de pasta.
B8006	Secado.
B8007	Recuperación de lejías.
B8008	Evaporación de licor negro.
B8009	Combustión de licor negro.
B8010	Horno de cal.
B8011	Fabricación de pasta kraft.
B8012	Fabricación de papel.
B8013	Tratamiento de productos químicos de blanqueo.
B8014	Fabricación de pasta al bisulfito.
B8015	Fabricación de pasta de papeles recuperados.
B8016	Fabricación de pasta mecánica.
B8017	Fabricación de pasta mecánica y papel.
B8018	Otros procesos no especificados en esta lista.
	Descontaminación. Eliminación de residuos (9000)
	Estaciones de depuración urbana.
B9001	Decantación.
B9002	Filtración.
B9003	Cloración.
B9004	Ozonoficación.
B9005	Digestión aerobia de fangos.
B9006	Digestión anaerobia de fangos.
B9007	Eras de secado.
B9008	Filtros prensa.
B9009	Otros procesos no mencionados en esta lista.
	Tratamiento de residuos urbanos.
B9101	Incineración.
B9102	Tratamientos biológicos.
B9103	Compostaje.
B9104	Agrupamiento de residuos.
B9105	Aplicación o riego sobre el terreno.
B9106	Depósito en el suelo.
B9107	Depósito en vertedero controlado.
B9108	Inyección en profundidad.
B9109	Lagunaje.
B9110	Vertido al medio acuático.
B9111	Filtros verdes.
B9112	Almacenamiento temporal.
B9113	Tratamiento de lixiviados de vertederos.
B9114	Otros procesos de tratamiento no especificados.
	Tratamiento de efluentes y residuos industriales.
	Incineración.
B9201	Fluidificación previa de residuos.
B9202	Trituración-homogeneización previa de residuos.
B9203	Incineración en horno rotatorio.
B9204	Incineración en horno fijo.
B9205	Incineración en horno de lecho fluidificado.
B9206	Incineración en horno de inyección líquida.
B9207	Incineración en alta mar.
B9208	Lavado y filtrado de gases.
B9209	Otros procesos no especificados.
	Tratamiento físico-químico.
B9301	Neutralización.
B9302	Precipitación.
B9303	Oxidación.
B9304	Reducción.
B9305	Clorolisis.
B9306	Oxidación por aire húmedo.
B9307	Otros procesos químicos no especificados.
B9308	Desorción por aire.
B9309	Adsorción con carbono activo.
B9310	Filtración.
B9311	Floculación.
B9312	Intercambio iónico.
B9313	Sedimentación.
B9314	Otros procesos físicos no especificados.
	Tratamientos biológicos.
B9401	Lodos activados.
B9402	Filtros percoladores.
B9403	Contactor biológico rotativo.
B9404	Tratamiento anaerobio.
B9405	Organismos modificados para descomposición de residuos.
B9406	Otros tratamientos biológicos no especificados.
	Eliminación por vertido en tierra.
B9501	Depósito sobre o en suelo (vertederos).
B9502	Aplicación por riego sobre el terreno.
B9503	Inyección o depósito en profundidad.
B9504	Lagunaje.
B9505	Depósitos de seguridad de barrera arcillosa.
B9506	Depósitos de seguridad de barrera sintética.
B9507	Depósitos de seguridad de doble barrera arcillosa/sintética.
B9508	Depósitos de seguridad de doble barrera sintética.
B9509	Balsa de seguridad de barrera arcillosa.
B9510	Balsa de seguridad de barrera sintética.
B9511	Balsa de doble barrera arcillosa/sintética.
B9512	Balsa de seguridad de doble barrera sintética.
B9513	Otros procesos de eliminación por vertido en tierra no especificados.
	Eliminación por vertido o depósito en medios acuosos.
B9601	Vertido en aguas continentales.
B9602	Vertido de líquidos en línea de costa.
B9603	Vertido de líquidos mediante emisario submarino.

Número de código	
B9604	Vertido de líquidos en alta mar.
B9605	Vertido de residuos sólidos o fangos en línea de costa.
B9606	Vertido de residuos sólidos o fangos en la plataforma continental.
B9607	Vertido de residuos encapsulados.
B9608	Enterramiento o inyección de residuos en el fondo marino.
B9609	Otros métodos de eliminación por vertido a medios acuosos.
	Operaciones de almacenaje o preparación de residuos.
B9701	Almacenamiento temporal o permanente a la intemperie, sin preparación previa.
B9702	Almacenamiento temporal o permanente a la intemperie, en emplazamiento preparado.
B9703	Almacenamiento temporal o permanente en recintos cubiertos en superficie.
B9704	Almacenamiento temporal o permanente en recintos enterrados.
B9705	Homogeneización de residuos.
B9706	Mezcla de residuos compatibles.
B9707	Mezcla con residuos inertes.
B9708	Mezcla con residuos asimilables a urbanos.
B9709	Solidificación e inertización por mezcla con hormigones, cementos, suelos u otros materiales inertes.
B9710	Reempaquetado de residuos en contenedores, bidones, etc.
B9711	Otros procesos de almacenaje o preparación de residuos.
	Recuperación de residuos (10000)
	Recuperación de disolventes.
B10001	Recuperación de disolventes alifáticos.
B10002	Recuperación de disolventes aromáticos.
B10003	Recuperación de disolventes halogenados.
B10004	Recuperación de alcoholes.
B10005	Recuperación de cetonas.
B10006	Recuperación por desorción con vapor.
B10007	Recuperación por rectificación.
B10008	Otros procesos de recuperación de disolventes.
	Recuperación de sustancias orgánicas no utilizadas como disolventes.
B10101	Recuperación de materias grasas animales o vegetales para reutilizaciones químicas o alimentación animal.
B10102	Extracción de proteínas de materias orgánicas animales.
B10103	Fabricación de colas o gelatinas a partir de residuos de ganaderías, mataderos y aves de corral.
B10104	Metanización de residuos de ganaderías y aves de corral.
B10105	Recuperación de residuos de cueros y pieles.
B10106	Producción de compostaje o metanización a partir de materias orgánicas vegetales.
B10107	Reciclado de cauchos y plásticos.
B10108	Recuperación de glicerina a partir de residuos de jabones y detergentes.
B10109	Reutilización de fangos de estaciones depuradoras para la agricultura o metanización.
B10110	Otros procesos de recuperación de sustancias orgánicas no utilizadas como disolventes.
	Recuperación de metales o compuestos metálicos.
B10201	Recuperación de metales ferrosos.
B10202	Recuperación de metales no ferrosos.
B10203	Recuperación de mercurio procedente de baterías, termómetros, laboratorios y odontología.
B10204	Recuperación de plata.
B10205	Recuperación de cadmio.
B10206	Recuperación de cobalto.
B10207	Recuperación de cobre.
B10208	Recuperación de sales sólidas de estaño.
B10209	Recuperación de sulfatos de hierro.
B10210	Recuperación de sales de magnesio.
B10211	Recuperación de molibdeno.
B10212	Recuperación de níquel.
B10213	Recuperación de oro.
B10214	Recuperación de plomo.
B10215	Recuperación de permanganato potásico.
B10216	Recuperación de bisulfito sódico.
B10217	Recuperación de sales sólidas de cinc.
B10218	Recuperación de otros metales o compuestos metálicos.
	Recuperación de otras materias inorgánicas.
B10301	Recuperación de sales de amonio para su utilización en la agricultura.
B10302	Recuperación de compuestos de fósforo y azufre para su utilización en agricultura o abonos.
B10303	Otros procesos no especificados anteriormente.
	Recuperación de ácidos y bases.
B10401	Recuperación de ácido clorhídrico.
B10402	Recuperación de ácido sulfúrico.
B10403	Recuperación de ácido nítrico.
B10404	Recuperación de otros ácidos.
B10405	Recuperación de baños de hidróxido sódico.
B10406	Recuperación de baños de bórax.
B10407	Recuperación de otros baños básicos.
	Recuperación de productos descontaminantes.
B10501	Recuperación de resinas de intercambio iónico.
B10502	Regeneración de filtros de plantas de tratamiento o depuración.
B10503	Regeneración de filtros de gases.
B10504	Regeneración de mantos de carbón activo.
B10505	Regeneración de lodos de tratamiento biológico.
B10506	Recuperación de otros productos descontaminantes.
	Recuperación de productos provenientes de catalizadores.
B10601	Recuperación de cobalto a partir de residuos de catálisis.
B10602	Recuperación de molibdeno a partir de residuos de catálisis.
B10603	Recuperación de cobre a partir de catalizadores usados.
B10604	Recuperación de vanadio a partir de catalizadores usados.
B10605	Recuperación de otros productos provenientes de catalizadores.
	Recuperación de aceites.
B10701	Decantación.
B10702	Centrifugación.
B10703	Filtración.
B10704	Tratamiento físico-químico.
B10705	Adición de sal.
B10706	Floculación con sales metálicas.
B10707	Flotación con aire.
B10708	Adsorción con sílice activada.
B10709	Acidificación.
B10710	Ultrafiltración.
B10711	Destilación.
B10712	Otros procesos de recuperación de aceites.

ANEXO II

Pictogramas o indicadores de riesgo

E



EXPLOSIVO.

O



COMBURENTE

F



FACILMENTE INFLAMABLES

T



TOXICO

F+



INFLAMABLES Y EXTREMADAMENTE INFLAMABLES

C



CORROSIVO

Xn



NOCIVO

Xi



IRRITANTE

ANEXO III

Declaración anual de productores

1. Este documento constituye la base de la información que obtendrá la Administración en relación con la producción de los residuos tóxicos y peligrosos (RTP).

2. El dcumento incluye todos los datos que se han considerado relevantes para un conocimiento adecuado de los RTP producidos, sus características principales y la forma en que se producen. En base a la experiencia obtenida con la aplicación de estos sistemas de información, los formulados serán revisados consecuentemente.

3. El documento recoge la información de todo un año, por lo que el productor deberá tenerlo presente para obtener y conservar toda la información que necesitará para su cumplimentación al finalizar el año cubierto por la Declaración.

4. El Productor del RTP es el titular y responsable del RTP hasta que éste es transferido y aceptado por gestor en un proceso cubierto por una autorización previa de la Administración.

5. Consecuentemente, el signatario de la Declaración Anual es el representante del titular y la Declaración es única para cada productor de RTP, independientemente del número de residuos y Centros productores que dependan de él. La Declaración se identifica con un número exclusivo del titular, que será el número de identificación fiscal.

6. La Declaración Anual comienza con el apartado A, correspondiente a los datos del titular inicial o productor, éste se responsabiliza de la exactitud de todos los datos de la Declaración provinientes de los Centros productores que dependan del mismo titular.

7. La producción RTP está relacionada con una determinada actividad de producción, transformación y/o consumo, que ha de desarrollarse necesariamente en un determinado emplazamiento o Centro productor del RTP. Asimismo, el control de seguimiento de un RTP requiere controlar sus desplazamientos fuera de los Centros donde éste se produjo.

8. Por el motivo expuesto, la Declaración contiene unos apartados B, que corresponden a cada Centro productor de uno o varios RTP, que contienen los datos para la adecuada identificación y localización del Centro, la evaluación y comparación de los datos aportados y la identificación y localización de la persona responsable de los RTP por delegación del titular en el Centro productor.

9. Los RTP se producen en determinados procesos de los desarrollados en el Centro, denominados procesos productivos. A efectos estadísticos y comparativos, es necesario distinguir los procesos productores, que son los generadores del RTP. Por este motivo, la Declaración incluye una serie de apartados C, uno por proceso productor, que contienen los datos que se han considerado útiles para el control e información de la Administración, así como para la adecuada caracterización del residuo según su origen, dado por el tándem actividad productora-proceso productor. El apartado C termina con un listado de los residuos tóxicos y peligrosos producidos en el proceso.

Esta división en procesos implica que residuos similares con origen en procesos distintos de un mismo Centro productor son residuos distintos a todos los efectos de identificación y control.

10. Finalmente, cada RTP distinto aparece en la Declaración Anual en un apartado D, donde se contienen los datos generales, de codificación y otros datos específicos.

Consecuentemente, cada RTP queda biunívocamente identificado por la secuencia de los siguientes datos:

Número de identificación fiscal del titular.
Número de orden del Centro productor en la Declaración anual.
Número de orden del proceso productor en la Declaración Anual.
Número de orden del residuo en la Declaración Anual.

Los números de orden para nuevos residuos surgidos antes de la presentación de una Declaración Anual serán correlativos y asignados en el proceso de la autorización al gestor y del acuerdo de aceptación entre gestor y productor o entre gestores.

11. Los número de orden serán mantenidos en sucesivas Declaraciones Anuales o modificados correlativamente en caso de desaparición de algún Centro, proceso o residuo.

Los códigos o subcódigos para los que no se disponga de la tabla correspondiente serán asignados por la Administración.

12. El titular deberá incorporar a la Declaración Anual todas aquellas informaciones relativas el RTP que considere de interés, y en particular todas las que siendo relativas a la peligrosidad del residuo no quden adecuadamente cubiertas por los códigos o epígrafes estándar de la Declaración.

13. La importación de un RTP se considera un proceso productor y el importador se convierte en productor y titular del RTP. El Centro donde se recoja y almacene por primera vez el RTP, dependiente del titular, se considera Centro productor.

Declarción anual de productores

DATOS GENERALES

Año ⌊⌊⌊⌊⌋⌋ NIF ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋ (Firma del representante legal)

Fecha ⌊⌊⌊⌊⌋⌋ Número de Registro (*) ⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Número de exp. del plan (*) ⌊⌊⌊⌊⌋⌋
(Datos, en bloque A.2)

(*) A cumplimentar por la Administración, según sus libros de Registro.

A. *Datos de la Empresa*

A.1 Datos generales

Razón social ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋
⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Dirección del domicilio social. ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋
⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Localidad ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Municipio ..... Código ⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Provincia ..... Comunidad Autónoma .....

Código postal ..... ⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Teléfono: ..... Prefijo provincial ⌊⌊⌊⌋⌋ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Télex/Telefax: ..... Prefijo ⌊⌊⌊⌋⌋ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Número total de empleados ..... ⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Número total de empleados en Centros productores de residuos relacionados a continuación (apartado B)..... ⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Número total de Centros pertenecientes a la Empresa ..... ⌊⌊⌋⌋

Número de Centros productores de residuos tóxicos y peligrosos relacionados a continuación (apartado B) ..... ⌊⌊⌋⌋

A.2 Representante legal

Apellidos ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋
⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Nombre ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Documento nacional de identidad ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Cargo ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Domicilio ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋
⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Localidad ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Municipio ..... Código ⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Provincia ..... Comunidad Autónoma .....

Código postal ..... ⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Teléfono: ..... Prefijo provincial ⌊⌊⌊⌋⌋ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

Télex/Telefax: ..... Prefijo ⌊⌊⌊⌋⌋ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋⌋

B *Características del Centro de producción, transformación y/o consumo, productor de residuos tóxicos y peligrosos* (En caso de tener más de un Centro productor rellénese una copia de este apartado B para cada Centro).

B.1 Datos generales NIF/NC

Número de Identificación Fiscal (NIF): ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Número de orden del Centro (NC): ⌊⌊⌊

Denominación del Centro .....

.....

Dirección ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Localidad ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Municipio ..... Código ⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Provincia ..... Comunidad Autónoma .....

Código Postal ..... ⌊⌊⌊⌊⌊

Teléfono: .....Prefijo provincial ⌊⌊⌊ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Télex/telefax: ..... Prefijo ⌊⌊⌊ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

B.2 Parámetros de homologación.

Potencia instalada (Kw) ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Potencia consumida anual (Kwh) ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Horas de operación anual (horas) ..... ⌊⌊⌊⌊⌊

Número total de empleados del Centro ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Número total de empleados en los siguientes cargos:

Dirección, Mandos Intermedios, Servicios Administrativos y Servicios Comerciales ..... ⌊⌊⌊⌊⌊

Número total de empleados directamente en los procesos productivos ..... ⌊⌊⌊⌊⌊

Número total de empleados en el servicio de mantenimiento y otros servicios generales ..... ⌊⌊⌊⌊⌊

Número de turnos en veinticuatro horas ..... ⌊⌊

Número de días de operación al año ..... ⌊⌊⌊

Actividad principal ..... (C.N.A.E.) ⌊⌊⌊⌊ N.I.R.I. ⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Actividad de acuerdo a la tabla número 6 ..... A ⌊⌊⌊(⌊⌊)

¿Realiza algún tipo de almacenamiento temporal de residuos tóxicos y peligrosos? Señale con una X lo que proceda.

SI
NO

Duración media en días ⌊⌊⌊

Número total de procesos productores de residuos tóxicos y peligrosos ..... ⌊⌊⌊

B.3 Persona responsable de la gestión de los residuos.

Apellidos ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Nombre ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

DNI ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Cargo ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Grado de formación .....

.....

Domicilio ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Localidad ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Municipio ..... Código ⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Provincia .....

Código Postal ..... ⌊⌊⌊⌊⌊

Teléfono: ..... Prefijo provincial ⌊⌊⌊ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Télex/telefax: ..... Prefijo ⌊⌊⌊ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊

C *Documentación para cada uno de los procesos productores de residuos tóxicos y peligrosos en cada uno de los Centros* (Cumpliméntese una copia del apartado C por proceso).

C.1 Datos generales NIF/NC/NP

Denominación del proceso .....

.....

Número de orden del proceso (NP) ..... ⌊⌊⌊

En caso de importación partida arancelaria ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊
(En caso de importación pase al bloque C.3)

Código del proceso ..... Grupo B ⌊⌊⌊

Subgrupo B ⌊⌊⌊⌊⌊

Número total de empleados asignados al proceso ..... ⌊⌊⌊⌊

Número total de empleados de mantenimiento y otros servicios generales asignados al proceso ..... ⌊⌊⌊⌊

Potencia instalada (Kw) ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Potencia consumida anual por el proceso (Kwh) ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Número de horas reales anuales de operación ..... ⌊⌊⌊⌊

Número de horas posibles anuales de operación ..... ⌊⌊⌊⌊

C.2 DATOS ESPECIFICOS (INPUT-OUTPUT)

Materias primas consumidas

Código	Descripción	Cantidad anual	Unidades típicas	Factor conversión a toneladas/año
⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊
⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊
⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊
⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊
⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊	⌊⌊⌊⌊⌊⌊

Productos o subproductos finales del proceso

Código	Cantidad		Unidades típicas	Factor conversión a toneladas/año	Observaciones - Descripción
	Renta anual	Teórica anual			

C.3 RESIDUOS PRODUCIDOS EN EL PROCESO O IMPORTACION (TOXICOS Y PELIGROSOS)

Número total .....

Número de orden	Descripción	Código

D) *Datos de cada residuo*
(NIF/NC/NP/NR)
(Cumpliméntese un formulario por residuo)

Número de aceptación (NIF */NC */NP */NR * del gestor):

/ / /

Número de autorización (si el productor está autorizado para la gestión de este residuo):

Partida arancelaria (si se importa):

D.1 *Datos generales*

Número de orden del residuo (NR) .....

Descripción: .....

Código: .....
Subcódigo: .....
Cantidad producida anual:

Período de producción (en horas):

Unidades típicas .....

Factor de conversión a toneladas/año .....

Almacenamiento temporal (meses) .....

Tipo de recipiente .....
Tipo de almacenamiento (señale con una X y añada las observaciones necesarias):

Intemperie .....
Naves abiertas .....
Naves cerradas .....
Enterrado .....
Contenedores .....
Otros .....

¿Realizan algún tipo de pretratamiento o acondicionamiento del residuo? (señale con una X lo que proceda):

SI □
NO □

En caso afirmativo, de qué tipo ..... Código .....

D.2 *Detalle de código y subcódigo*

	Código	Subcódigo
1. Razones por las que los residuos deben ser gestionados:		
.....		
.....		
2. Operación de gestión prevista.		
Para eliminación (D)		
Para recuperación (R)		

3. Tipos de residuos:

..... ⌊⌊⌋ ⌊⌊⌋

..... ⌊⌊⌋ ⌊⌊⌋

..... ⌊⌊⌋ ⌊⌊⌋

Estado físico de presentación ..... ⌊⌊⌋ ⌊⌊⌋

4. Constituyentes peligrosos:

..... ⌊⌊⌋ ⌊⌊⌋

..... ⌊⌊⌋ ⌊⌊⌋

..... ⌊⌊⌋ ⌊⌊⌋

5. Peligrosidades:

..... ⌊⌊⌋ ⌊⌊⌋

..... ⌊⌊⌋ ⌊⌊⌋

6. Actividad generadora del residuo A: ⌊⌊⌊⌊⌋

7. Proceso productivo generador B: ⌊⌊⌊⌊⌋

D.3 *Datos específicos*

Datos específicos para conocimiento de la Administración .....

.....

.....

ANEXO IV

Memoria anual de gestores

1. Este documento constituye la base de la información que obtendrá la Administración en relación con la gestión de los residuos tóxicos y peligrosos (RTP).

2. El documento incluye todos los datos que se han considerado relevantes para un conocimiento adecuado de los RTP gestionados, sus características principales y la forma en que se producen. En base a la experiencia obtenida con la aplicación de estos sistemas de información, los formularios serán revisados consecuentemente.

3. El documento recoge la información de todo un año, por lo que el gestor deberá tenerlo presente para obtener y conservar toda la información que necesitará para su cumplimentación al finalizar el año cubierto por la Memoria.

Memoria anual de gestores

(Formulario síntesis a incluir en la Memoria anual)

DATOS GENERALES NIF

Año ⌊⌊⌊⌊⌋ NIF ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋ (Firma del representante legal)

Fecha : ⌊⌊⌊⌊⌋ Número de Registro (*) ⌊⌊⌊⌊⌋

Número de exposición del plan (*) ⌊⌊⌊⌊⌋
(Datos, en bloque A.2)

(*) A cumplimentar por la Administración, según sus libros de Registro.

A. *Datos de la Empresa*

A.1 Datos generales

Razón social ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Dirección del domicilio social. ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Localidad ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Municipio ..... Código ⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Provincia ..... Comunidad Autónoma .....

Código postal ..... ⌊⌊⌊⌊⌋

Teléfono: ..... Prefijo provincial ⌊⌊⌋ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Télex/Telefax: ..... Prefijo ⌊⌊⌋ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Número total de empleados ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Número total de empleados en Centros gestores de residuos relacionados a continuación (apartado B)..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Número total de Centros pertenecientes a la Empresa ..... ⌊⌊⌋

Número de Centros gestores de residuos tóxicos y peligrosos relacionados a continuación (apartado B) ..... ⌊⌊⌋

A.2 Representante legal

Apellidos ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Nombre ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Documento nacional de identidad ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Cargo ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Domicilio ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Localidad ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Municipio ..... Código ⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Provincia .....

Código postal ..... ⌊⌊⌊⌊⌋

Teléfono: ..... Prefijo provincial ⌊⌊⌋ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Télex/Telefax: ..... Prefijo ⌊⌊⌋ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

B *Características del Centro de recogida, almacenamiento, tratamiento, recuperación y/o eliminación, gestor de residuos tóxicos y peligrosos* (En caso de tener más de un Centro gestor rellénese una copia de este apartado B para cada Centro).

B.1 Datos generales NIF/NC

Número de Identificación Fiscal (NIF): ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Número de orden del Centro (NC): ⌊⌊⌋

Denominación del Centro .....

.....

Dirección ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Localidad ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Municipio ..... Código ⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Provincia ..... Comunidad Autónoma .....

Código Postal ..... ⌊⌊⌊⌊⌋

Teléfono: ..... Prefijo provincial ⌊⌊⌋ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Télex/telefax: ..... Prefijo ⌊⌊⌋ Número ⌊⌊⌊⌊⌊⌊⌋

B.2 Parámetros de homologación.

Potencia instalada (Kw) ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Potencia consumida anual (Kwh) ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Horas de operación anual (horas) ..... ⌊⌊⌊⌊⌋

Número total de empleados del Centro ..... ⌊⌊⌊⌊⌊⌋

Número total de empleados en los siguientes cargos: Dirección, Mandos Intermedios, Servicios Administrativos y Servicios Comerciales ..... ⌊⌊⌊⌊⌋

Número total de empleados directamente en los procesos .. └┴┴┴┴┘

Número total de empleados en el servicio de mantenimiento y otros servicios generales .... └┴┴┴┴┘

Número de turnos en veinticuatro horas .... └┘

Número de días de operación al año .... └┴┴┘

Actividad principal .... (C.N.A.E.) └┴┴┴┘ N.I.R.I. └┴┴┴┴┴┴┘

Actividad de acuerdo a la tabla número 6 .... A └┴┴┴┘(└┴┘)

Número total de procesos gestores de residuos tóxicos y peligrosos .. └┴┘

B.3 Persona responsable de la gestión de los residuos.

Apellidos .... └┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘
└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘

Nombre .... └┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘

DNI .... └┴┴┴┴┴┴┴┴┘

Cargo .... └┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘

Grado de formación ....

....

Domicilio .... └┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘
└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘

Localidad .... └┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘

Municipio .... Código └┴┴┴┴┴┘

Provincia ....

Código Postal .... └┴┴┴┴┘

Teléfono: .... Prefijo provincial └┴┴┘ Número └┴┴┴┴┴┴┴┘

Télex/telefax: .... Prefijo └┴┴┘ Número └┴┴┴┴┴┴┴┘

C *Documentación para cada uno de los procesos gestores de residuos tóxicos y peligrosos en cada uno de los Centros* (Cumpliméntese una copia del apartado C por proceso).

C.1 Datos generales. NIF/NC/NP

Denominación del proceso ....

....

Número de orden del proceso (NP) .... └┴┘

En caso de exportación partida arancelaria .... └┴┴┴┴┴┴┴┘
(En caso de exportación pase al bloque C.3)

Código del proceso .... Grupo B └┴┴┘

Subgrupo B └┴┴┴┴┘

Número total de empleados asignados al proceso .... └┴┴┴┘

Número total de empleados de mantenimiento y otros servicios generales asignados al proceso .... └┴┴┴┘

Potencia instalada (Kw) .... └┴┴┴┴┴┘

Potencia consumida anual por el proceso (Kwh) .... └┴┴┴┴┴┘

Número de horas reales anuales de operación .... └┴┴┴┘

Número de horas posibles anuales de operación .... └┴┴┴┘

C.2 DATOS ESPECIFICOS (INPUT-OUTPUT)

Materias primas consumidas

Código	Descripción	Cantidad anual	Unidades típicas	Factor conversión a toneladas/año
└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘
└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘
└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘
└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘
└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘

Productos o subproductos finales del proceso

Código	Cantidad		Unidades típicas	Factor conversión a toneladas/año	Observaciones – Descripción
	Renta anual	Teórica anual			
└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	________
└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	________
└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	________
└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	________
└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	└┴┴┴┴┴┘	________

C.3 RESIDUOS PRODUCIDOS EN EL PROCESO O IMPORTACION (TOXICOS Y PELIGROSOS)

Número total ..... ⌊⌋

Número de orden	Descripción	Código
⌊⌋⌋⌋⌋⌋	⌊⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋	
⌊⌋⌋⌋⌋⌋	⌊⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋	
⌊⌋⌋⌋⌋⌋	⌊⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋	
⌊⌋⌋⌋⌋⌋	⌊⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋	
⌊⌋⌋⌋⌋⌋	⌊⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋	

D) *Datos de cada residuo*
(NIF/NC/NP/NR)

Cumpliméntese un apartado D) por acuerdo de aceptación. Este apartado D) constituye una carátula del acuerdo de aceptación

Número de autorización (si está autorizado para la gestión de este residuo):

⌊⌋⌋⌋⌋⌋

Partida arancelaria (si se exporta):

⌊⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋

Código del productor (NIF */NC */NP */NR *):

⌊⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋⌋ / ⌊⌋⌋⌋ / ⌊⌋⌋ / ⌊⌋⌋

D.1 *Datos generales*

Número de orden del residuo (NR) ..... ⌊⌋⌋

Descripción: .....
.....

Código: .....
Subcódigo: .....
Cantidad a gestionar anualmente:

⌊⌋⌋⌋⌋⌋⌋

Período del proceso de gestión (en horas):

⌊⌋⌋⌋⌋

Unidades típicas ..... ⌊⌋⌋⌋⌋⌋⌋

Factor de conversión a toneladas/año ..... ⌊⌋⌋⌋⌋⌋⌋

Almacenamiento temporal por el gestor (meses) ..... ⌊⌋⌋

Tipo de recipiente .....
Tipo de almacenamiento (señale con una X y añada las observaciones necesarias):

Intemperie .....
Naves abiertas .....
Naves cerradas .....
Enterrado .....
Contenedores .....
Otros .....

¿Realiza el productor algún tipo de pretratamiento o acondicionamiento del residuo? (señale con una X lo que proceda):

SI ☐
NO ☐

En caso afirmativo, de qué tipo ..... Código .....

D.2 *Detalle de Código y Subcódigo*

	Código	Subcódigo
1. Razones por las que los residuos deben ser gestionados:		
.....	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋
.....	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋
2. Operación de gestión prevista.		
Para eliminación (D)	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋
Para recuperación (R)	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋
3. Tipos de residuos:		
.....	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋
.....	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋
.....	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋
Estado físico de presentación	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋
4. Constituyentes peligrosos:		
.....	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋
.....	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋
.....	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋
5. Peligrosidades:		
.....	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋
.....	⌊⌋⌋	⌊⌋⌋

6. Actividad generadora del residuo A: ⌊⌋⌋⌋⌋⌋

7. Proceso productivo generador B: ⌊⌋⌋⌋⌋⌋

D.3 *Datos específicos*

Datos específicos para conocimiento de la Administración .....
.....
.....

ANEXO V

Documento de control y seguimiento

1. Este documento constituye el instrumento de seguimiento del Residuo Tóxico y Peligroso (RTP) desde su origen a su tratamiento o eliminación, pero especialmente pretende controlar los procesos de transferencia del RTP entre el centro productor y el centro gestor o entre

centros gestores, de manera que la titularidad y responsabilidad del RTP estén perfectamente identificadas.

2. El documento de control y seguimiento estará constituido por seis ejemplares idénticos en papel autocopiativo que se divide en dos grupos de datos, según que hayan de ser cumplimentados por el remitente (productor o gestor) o por el destinatario (necesariamente un gestor). Estos seis ejemplares serán de distinto color: (1) blanco, (2) rosa, (3) amarillo, (4) verde, (5) azul y (6) amarillo con franja roja.

Las casillas reservadas para las firmas no son autocalcables, debiendo cumplimentarse con carácter individual en cada uno de los seis ejemplares de que se compone el documento.

3. El proceso seguido será esquemáticamente el siguiente:

El remitente de una cantidad de un RTP determinado cumplimentará el grupo de datos que le corresponde como tal, en su totalidad, incluida la firma autorizada por la Empresa para ello.

El remitente conservará para su archivo la copia de color rosa (2).

El remitente enviará una copia a la Comunidad Autónoma (3) amarilla, donde se encuentre el centro de origen del RTP, que será el que expida el envío; para la Administración Central –Dirección General de Medio Ambiente (DGMA)– será la copia blanca (1).

El remitente entregrá las tres copias restantes (4), (5), y (6) al transportista para que acompañen al residuo hasta su destino.

El destinatario recibirá conjuntamente con el residuo las tres copias del documento y tras la verificación de los datos declarados por el remitente, y sólo en caso de aceptar la transferencia de titularidad del residuo cumplimentará el grupo de datos que le corresponde en su totalidad, incluida la firma autorizada por la Empresa para ello.

El destinatario conservará en su archivo la copia azul (5) y enviará a la Comunidad Autónoma en que esté ubicado el centro receptor del residuo la copia amarilla con franja roja (6); para la Administración Central (DGMA) será la copia verde (4).

El documento a que se refiere el presente anexo estará a disposición de los productores y gestores de residuos tóxicos y peligrosos en la Dirección General del Medio Ambiente del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo y en los Organos de Medio Ambiente de las Comunidades Autónomas.

Los ejemplares del documento que quedan en poder del productor y gestor para su propio registro deben ser conservados durante un tiempo no inferior a cinco años.

4. El proceso anterior implica que la relación entre un determinado envío de una cantidad de un RTP y su documentación es biunívoca.

Cada documento de control y seguimiento:

Cubre únicamente sustancias homógenas, en cuanto que tienen un único código de identificación como RTP. El envío de varios RTP requiere la cumplimentación de tantos documentos como residuos diferentes se envíen, entendiendo por diferentes los que no tienen un mismo código de identificación o, aun teniéndolo, no están cubiertos por el mismo acuerdo de aceptación.

Cubre únicamente envíos de cantidades que han de permanecer juntas durante todo el proceso de transporte, ya que el documento debe acompañar al residuo correspondiente. Por este motivo se requerirán documentos independientes para cada cantidad que se transporte, con independencia de las demás. El remitente ha de conocer a priori, ya que se incluyen entre los datos a ser cumplimentados por él, el proceso completo de transporte hasta el destinatario. Las incidencias que pudieran producirse durante el transporte, que pudieran afectar a las características, cantidades o medio de transporte final, serán necesariamente reflejadas por el destinatario, aunque éstas no originen el rechazo del envío.

5. En el apartado de incidencias a cumplimentar por el destinatario, éste describirá cualquier incidencia o variación que se detecte en relación con los datos del remitente con anterioridad a la firma y envío de las copias correspondientes. Para verificación de los datos más relevantes, éstos han sido incluidos en el grupo de datos a cumplimentar por el destinatario, aunque ya figuren dentro del grupo cumplimentado por el remitente.

6. En caso de detectarse una incidencia con posterioridad a la firma y envío de las copias del documento, el destinatario, titular legal del residuo, lo comunicará inmediatamente a la Comunidad Autónoma y a la DGMA, adjuntando fotocopia del documento en su poder.

7. Cuando las incidencias registradas den lugar a la denegación de la aceptación del envío el destinatario lo expresará en el documento y lo comunicará de forma urgente a los Organismos correspondientes (Comunidad Autónoma y DGMA). Se indicará si el envío retorna con el mismo transportista al centro de origen del remitente o, cuando esto no sea posible, si queda en almacenamiento temporal en la instalación del destinatario hasta que sea retirado por su titular.

8. Los acuerdos entre remitente y destinatario relativos a los detalles de los casos anteriores y a la comunicación al remitente de la aceptación o no del envío quedarán cubiertos por las cláusulas del correspondiente acuerdo de aceptación.

9. Dado el seguimiento que se pretende, no se admite un movimiento incontrolado del RTP entre centros productores de la Empresa generadora; para estos movimientos el centro receptor deberá contar con la correspondiente autorización de la Comunidad Autónoma para actuar como gestor.

Documento de control y seguimiento

NIF/NC/NP/NR/Núm.

Firma del responsable del envío

.....

Datos en bloque A5

Número de serie del remitente (Núm.) .....

A. *Datos a cumplimentar por el remitente.*

A.1 Datos de identificación del centro.

Razón social .....
Denominación del centro .....
Número de Identificación Fiscal (NIF) .....
Número de orden del centro productor (NC) .....
Dirección del centro .....
Localidad .....
Municipio .....
Provincia .....
Comunidad Autónoma .....
Código postal ..... Teléfono (prefijo número) .....
Télex/Telefax .....

A.2 Datos del residuo que se transfiere.

Descripción del residuo .....
Código del residuo .....
Número de orden del proceso (NP) .....
Número de orden del residuo (NR) .....

Estado físico: ..... sólido ..... pulverulento ..... pastoso ..... líquido.

Características remarcables para su transporte y manejo .....
.....
.....

Número de aceptación ..... (NIF*/NC*/NP*/NR* del gestor).
Número de orden del envío .....
(correlativos para cada número aceptación).
Cantidad ..... (toneladas netas).
Cantidad ..... (toneladas brutas, incluso recipientes).

A.3 Datos del gestor al que se envían.

Razón social .....
Denominación del centro .....
Apellidos y nombre de la persona de contacto .....
Dirección del centro .....
Localidad .....
Municipio .....
Provincia .....
Comunidad Autónoma .....
Código postal ..... **Teléfono** .....
Télex/Telefax ..... Número de autorización .....
Expedida por .....

A.4 Datos del transporte completo previsto.

Fecha de inicio ..... Fecha prevista de entrega .....

Para cada transportista: Razón social .....
Dirección completa .....
Teléfono .....
Tipo de transporte .....
Denominación destino .....
Dirección completa destino .....
Teléfono destino .....
Persona contacto .....
Fecha de inicio .....
Matrícula vehículo .....

A.5 Datos de la persona responsable por el remitente.

Apellidos y nombre .....
.....
DNI .....
Cargo .....
Domicilio .....
.....
Localidad .....
Municipio .....
Provincia .....
Código postal ..... Teléfono .....

B. *Datos a cumplimentar por el destinatario.*

Número de aceptación ..... (NIF/NC/NP/NR del destinatario).

B.1 Datos de identificación del centro.

Incidencias respecto a los datos aportados por el productor en el bloque A.3 .....
.....

B.2 Datos del residuo que se transfiere.

Incidencias respecto a los datos aportados por el productor en el bloque A.2 .....
.....

B.3 Datos de recepción.

Fecha de recepción .....
Incidencias respecto a los datos aportados por el productor en el bloque A.4 .....
.....

B.4 Aceptación-denegación.

Otras incidencias .....
.....

Aceptación:

NO	SI
Firma en caso de denegación del responsable por el destinatario	Firma en caso de aceptación del responsable por el destinatario

B.5 Datos de la persona responsable por el destinatario.

Apellidos y nombre .....
.....
DNI .....
Cargo .....
Domicilio .....
.....
Localidad .....
Municipio .....
Provincia .....
Código postal ..... Teléfono .....

MINISTERIO PARA LAS ADMINISTRACIONES PUBLICAS

18849 *REAL DECRETO 834/1988, de 29 de julio, por el que se determina la estructura orgánica inicial del Ministerio del Portavoz del Gobierno.*

El Real Decreto 727/1988, de 11 de julio, en uso de la autorización otorgada al Presidente del Gobierno por la disposición final séptima de la Ley 33/1987, de 23 de diciembre, crea el Ministerio del Portavoz del Gobierno, determinando la competencia y funciones que se le atribuyen.

Procede ahora dotar al nuevo Ministerio de una estructura orgánica inicial que permita, lo más rápidamente posible, comenzar a ejercer las funciones que tiene atribuidas, sin perjuicio de que, una vez superada la fase de implantación, pueda proponerse la estructura orgánica más adecuada para el desarrollo de las directrices y objetivos asignados por el Gobierno.

A estos efectos hay que señalar que el artículo 12 de la Ley 10/1983, de 16 de agosto, sobre organización de la Administración Central del Estado establece que la creación, modificación, refundición o supresión de las Secretarías de Estado, Subsecretarías, Secretarías con rango de Subsecretarías, Direcciones Generales, Subdirecciones Generales y órganos asimilados se realizará a iniciativa del Departamento interesado y a propuesta del Ministro de la Presidencia –hoy Ministro para las Administraciones Públicas, según el Real Decreto 1519/1986, de 25 de julio–, mediante Real Decreto acordado en Consejo de Ministros.

En virtud de lo anterior, a iniciativa de la Ministra Portavoz del Gobierno, y a propuesta del Ministro para las Administraciones Públicas, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 29 de julio de 1988,

DISPONGO:

Artículo 1.° *Organización general del Departamento.*

1. Corresponde al Ministerio del Portavoz del Gobierno:

a) La elaboración y difusión de los comunicados ordinarios del Gobierno y de su Presidente.

b) La reseña de actividades del Consejo de Ministros y de la Presidencia del Gobierno.

c) La coordinación de los servicios informativos de la Administración del Estado en España y en el exterior.

d) Las relaciones habituales con los medios informativos nacionales y extranjeros.

2. Depende del titular del Departamento la Subsecretaría del Portavoz del Gobierno con todos los Centros directivos y unidades orgánicas que la integran.

3. Como órgano de apoyo, asesoramiento y asistencia inmediata, directamente dependiente del Ministro, existe el Gabinete al que se refiere el artículo 10 de la Ley 10/1983, de 16 de agosto, cuyo titular tiene nivel orgánico de Director general, conforme a lo previsto en el Real Decreto 3775/1982, de 22 de diciembre.

Art. 2.° *Subsecretaría del Portavoz del Gobierno.*

1. La Subsecretaría del Portavoz del Gobierno desempeña las funciones que el artículo 15 de la Ley de Régimen Jurídico de la Administración del Estado atribuye a las Subsecretarías de los Departamentos y, en particular, las siguientes:

a) Las funciones generales de planificación y programación administrativas de las actividades y las de control económico y de eficacia de los servicios.

b) Las relaciones con los servicios de la Administración del Estado en el exterior, en coordinación con el Ministerio de Asuntos Exteriores, y las relaciones con otros Departamentos y con otras Administraciones Públicas, en lo relativo a la competencia del Ministerio.

c) El conocimiento de los asuntos de carácter general o indeterminados no atribuidos a otros órganos o unidades del Ministerio.

d) La representación del Departamento por delegación del Ministro.

2. Dependen de la Subsecretaría del Departamento los Centros directivos siguientes, sin perjuicio de la superior dirección del titular del Departamento:

Dirección General de Relaciones Informativas.
Dirección General de Cooperación Informativa.
Dirección General Técnica y de Servicios.

3. Dependen, asimismo, de la Subsecretaría las siguientes unidades con nivel orgánico de Subdirección General:

Gabinete Técnico.
Intervención Delegada de la Intervención General del Estado.
Servicio Jurídico del Departamento.

4. Las Consejerías y Agregadurías de Información de las representaciones diplomáticas de España dependen de la Subsecretaría del Portavoz del Gobierno.

5. Dependen funcionalmente de la Subsecretaría del Portavoz del Gobierno:

Las Oficinas de Prensa y Asesorías Informativas de los Departamentos ministeriales y, en su caso, de los Organismos autónomos y Entidades Públicas del Estado.

Las Oficinas de Prensa de las Delegaciones del Gobierno en los territorios de las Comunidades Autónomas.

Los Organos informativos de los Gobiernos Civiles a que se refiere el número 3 del artículo 4.° del Real Decreto 1801/1981, de 24 de julio.

REAL DECRETO 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.

de la Subsecretaría, los Convenios de Colaboración suscritos entre el Ministerio de Administraciones Públicas y las Comunidades Autónomas de Galicia, Castilla-León, Aragón, Andalucía, Castilla-La Mancha, Cataluña, Islas Baleares, Madrid, Valencia, Comunidad Foral de Navarra, Canarias, Extremadura y la región de Murcia, respectivamente y por Resolución de 12 de junio de 1997, de la Secretaría de Estado para la Administración Pública, el Convenio de Colaboración suscrito entre el Ministerio de Administraciones Públicas y la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias, para el desarrollo de planes de formación continua acogidos al segundo Acuerdo de Formación Continua en las Administraciones, de 23 de diciembre de 1996, y una vez aprobados con carácter definitivo los planes de formación continua promovidos por dichas Comunidades Autónomas por Acuerdo de la Comisión General para la Formación Continua, de fecha 19 de junio de 1997, resuelvo hacer pública la cuantía de los fondos aprobados que serán transferidos, de acuerdo con lo establecido en la cláusula tercera de los respectivos Convenios de Colaboración, a las entidades promotoras que se relacionan en el anexo I y por las cuantías que se explicitan.

Lo que se hace público para general conocimiento. Madrid, 26 de junio de 1997.—El Director general, Rafael Catalá Polo.

ANEXO I

	Total — Pesetas
Junta de Andalucía	
Instituto Andaluz de Administración Pública ..... (Consejería de Administración General y Administración de Justicia).	118.036.764
Consejería de Educación y Ciencia ..... (Personal docente no universitario).	189.154.000
Consejería de Educación y Ciencia ..... (PAS Universidades).	16.755.000
Servicio Andaluz de Salud ..... (Personal sanitario).	185.742.000
Total 4 planes	509.687.764
Instituto Aragonés de Administración Pública	37.373.413
Comunidad Autónoma Principado de Asturias	30.337.128
Instituto Canario de Administración Pública	119.601.202
Escuela de Administración Regional .... (Consejería de Economía y Administraciones Públicas). Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.	38.122.892
Escola d'Administració Pública de Catalunya ..... (Departament de la Presidencia).	287.757.015
Escola Galega de Administración Pública.	164.336.094
Instituto Madrileño de Administración Pública ..... (Consejería de Hacienda). Comunidad de Madrid.	110.860.279
Consejería de Presidencia ..... (Comunidad Autónoma de la Región de Murcia).	32.106.009
Instituto Navarro de Administración Pública	38.530.832
Consejería de Presidencia y Trabajo .... (Junta de Extremadura).	34.743.616
Comunidad Autónoma de las Islas Baleares ..... (Govern Balear Consellería de Función Pública e Interior).	17.576.345
Generalitat Valenciana	
Instituto Valenciano de Administración Pública ..... (Consellería de Economía, Hacienda y Administración Pública).	43.136.409
Consellería de Cultura, Educación y Ciencia	49.950.517
Instituto Valenciano de Estudios de Salud ..... (Consellería de Sanidad).	135.711.524
Consellería de Economía, Hacienda y Administración Pública ..... (PAS Universidades).	8.864.891
Total 4 planes	237.663.341
Consejería de Presidencia y Administración Territorial ..... (Junta de Castilla y León).	64.446.350

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

14934 *REAL DECRETO 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.*

La Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, estableció el régimen jurídico básico para que en la producción y gestión de los residuos tóxicos y peligrosos se garantice la protección de la salud humana, la defensa del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales. Posteriormente, de acuerdo con lo estipulado en su disposición adicional primera, el Gobierno dictó el Reglamento para su ejecución, aprobado por Real Decreto 833/1988, de 20 de julio. Ambas disposiciones incorporaban al ordenamiento interno la Directiva 78/319/CEE, del Consejo, de 20 de marzo, relativa a los residuos tóxicos y peligrosos.

La experiencia adquirida en la aplicación de los mandatos de la citada Directiva en los diferentes países miembros de la Unión Europea permitió deducir la existencia de determinadas carencias y la conveniencia de arbitrar nuevas medidas para mejorar la gestión y eliminación de dichos residuos. Como consecuencia de lo anterior, el Consejo de la Unión Europea aprobó la Directiva 91/689/CEE, del Consejo, de 12 de diciembre, relativa a los residuos peligrosos, disposición que deroga expresamente la Directiva 78/319/CEE. Posteriormente, según lo previsto en el apartado 4 del artículo 1 de la nueva Directiva, el Consejo ha aprobado la lista comu-

nitaria de residuos peligrosos, mediante la Decisión 94/904/CE, de 22 de diciembre.

La incorporación de la Directiva 91/689/CEE exige modificar y complementar determinados preceptos del Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, a cuyo fin se dicta este Real Decreto.

Igualmente, la Ley 20/1986 habilita al Gobierno, en su disposición adicional segunda, para modificar la relación de sustancias tóxicas y peligrosas contenidas en su anexo y para complementarla con el establecimiento de las cantidades y concentraciones significativas para las sustancias incluidas en la misma.

De acuerdo con esta habilitación, en este Real Decreto se sustituye dicha relación por la relación de sustancias que figura en la Directiva 91/689/CEE, estableciéndose que la presencia de estas sustancias en cantidades y concentraciones significativas para que los residuos puedan ser considerados tóxicos y peligrosos se deducirá del hecho de que presenten alguna de las características que también figuran en la citada Directiva.

Por último, este Real Decreto también incluye, en su anejo 2, la lista comunitaria de residuos peligrosos aprobada mediante Decisión 94/904/CE.

En su virtud, a propuesta de la Ministra de Medio Ambiente, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 20 de junio de 1997,

DISPONGO:

Artículo único. *Modificación del Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo.*

El Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado por el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, queda modificado de la forma siguiente:

1. En el artículo 17, que regula los datos que deberán constar en el registro de productores, se señala un nuevo párrafo h) con la siguiente redacción:

«h) Frecuencia de recogida y medio de transporte.»

2. La redacción del primer párrafo del apartado 1 del artículo 37 se sustituye por la siguiente:

«1. El gestor, incluido el transportista, está obligado a llevar un registro comprensivo de todas las operaciones en las que intervenga y en el que figuren, al menos, los datos siguientes:»

3. En el artículo 40 («Otras obligaciones del gestor») se añade un nuevo apartado, con la siguiente redacción:

«8. No mezclar las diferentes categorías de residuos tóxicos y peligrosos ni éstos con residuos que no tienen la consideración de tóxicos y peligrosos.

No obstante, no será de aplicación lo establecido en el párrafo anterior siempre que se garantice que los residuos se valorizarán o eliminarán sin poner en peligro la salud del hombre y sin utilizar procedimientos ni métodos que puedan perjudicar el medio ambiente. En tal caso, la mezcla de residuos será considerada una operación independiente de gestión de residuos tóxicos y peligrosos y requerirá, por tanto, autorización administrativa en los términos establecidos en la Ley 20/1986 y en este Reglamento.

Si los residuos ya están mezclados con otras sustancias o materiales deberá procederse a su separación cuando ello sea necesario para que los residuos tóxicos y peligrosos puedan valorizarse o eliminarse sin poner en peligro la salud humana ni perjudicar el medio ambiente, siempre que ello sea técnica y económicamente viable.»

4. Se introduce una nueva disposición adicional con el siguiente contenido:

«Si una Comunidad Autónoma considerase que un residuo reúne los requisitos para ser considerado peligroso de acuerdo con los criterios que se establecen en el anexo I de este Reglamento y no figura en la lista comunitaria de residuos peligrosos señalada en el apartado anterior, lo pondrá en conocimiento del Ministerio de Medio Ambiente para notificarlo a la Comisión Europea.»

5. El anexo I queda modificado de la forma siguiente:

a) La referencia que se hace al número «41» en los apartados 2.3, 2.8.a) y 2.8.c) se entenderá realizada al número «40».

b) Las tablas 1 a 5 se sustituyen por las que figuran en el anejo 1 de este Real Decreto.

Disposición adicional primera. *Desarrollo de la Ley 20/1986.*

De acuerdo con la facultad que otorga al Gobierno la disposición adicional segunda de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, se establece lo siguiente:

1. La relación de sustancias o materias tóxicas y peligrosas que figura en el anexo de dicha Ley se sustituye por la de la tabla 4 del anexo 1 del Reglamento que se modifica mediante este Real Decreto.

A estos efectos los residuos enumerados en la parte B de la tabla 3 del anexo 1 de dicho Reglamento sólo tendrán la consideración de tóxicos y peligrosos cuando, además de contener cualquiera de las sustancias anteriormente señaladas, presenten alguna de las características mencionadas en la tabla 5 del citado Reglamento.

Igualmente, los residuos enumerados en la parte A de la tabla 3 del anexo I citado tendrán en todo caso la consideración de tóxicos y peligrosos cuando presenten alguna de las características de la tabla 5.

2. En todo caso, tendrán la consideración de residuos tóxicos y peligrosos los que figuren en la lista de residuos peligrosos aprobada por las instituciones comunitarias, que figura como anexo 2 de este Real Decreto, incluyendo los recipientes y envases vacíos que hubieran contenido dichos residuos.

Disposición adicional segunda. *Estudio de minimización.*

En el plazo de cuatro años a partir de la entrada en vigor de este Real Decreto, y posteriormente con la misma periodicidad, los productores de residuos tóxicos y peligrosos deberán elaborar y remitir a la Comunidad Autónoma correspondiente un estudio de minimización de dichos residuos por unidad producida, comprometiéndose a reducir la producción de residuos tóxicos y peligrosos, en la medida de sus posibilidades.

Disposición final primera. *Fundamento constitucional y carácter básico.*

Las disposiciones adicionales primera y segunda de este Real Decreto tienen la consideración de legislación básica sobre protección del medio ambiente, de acuerdo con lo establecido en el artículo 149.1.23.ª de la Constitución.

Disposición final segunda. *Habilitación de desarrollo.*

Por la Ministra de Medio Ambiente se dictarán las disposiciones necesarias para adaptar los anejos del Real Decreto 833/1988 a las modificaciones que sean introducidas por la normativa comunitaria. Igualmente, el Ministerio publicará en el «Boletín Oficial del Estado» las sucesivas modificaciones de la lista de residuos peligrosos aprobada por las instituciones comunitarias.

Disposición final tercera. *Entrada en vigor.*

Este Real Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid a 20 de junio de 1997.

JUAN CARLOS R.

La Ministra de Medio Ambiente,
ISABEL TOCINO BISCAROLASAGA

ANEJO 1

Tablas 1 a 5 del anexo 1 del Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos

TABLA 1

Categorías de residuos

Q1	Residuos de producción o de consumo no especificados a continuación.
Q2	Productos que no respondan a las normas.
Q3	Productos caducados.
Q4	Materias que se hayan vertido por occidente, que se hayan perdido o que hayan sufrido cualquier otro incidente, con inclusión del material, del equipo, etcétera, que se haya contaminado a causa del incidente en cuestión.
Q5	Materias contaminantes o ensuciadas a causa de actividades voluntarias (por ejemplo: residuos de operaciones de limpieza, materiales de embalaje, contenedores, etcétera).
Q6	Elementos inutilizados (por ejemplo: baterías fuera de uso, catalizadores gastados, etcétera).
Q7	Sustancias que hayan pasado a ser inutilizables (por ejemplo: ácidos contaminados, disolventes contaminados, sales de temple agotadas, etcétera).
Q8	Residuos de procesos industriales (por ejemplo: escorias, posos de destilación, etcétera).
Q9	Residuos de procesos anticontaminación (por ejemplo: barros de lavado de gas, polvo de filtros de aire, filtros gastados, etcétera).
Q10	Residuos de mecanización/acabado (por ejemplo: virutas de torneado o fresado, etcétera).
Q11	Residuos de extracción y preparación de materias primas (excepto los residuos de explotación minera).
Q12	Materia contaminada (por ejemplo: aceite contaminado con PCB, etcétera).
Q13	Toda materia, sustancia o producto cuya utilización esté prohibida por la ley.
Q14	Productos que no son de utilidad o que ya no tienen utilidad para el poseedor (por ejemplo: artículos desechados por la agricultura, los hogares, las oficinas, los almacenes, los talleres, etcétera).
Q15	Materias, sustancias o productos contaminados procedentes de actividades de regeneración de suelos.
Q16	Toda sustancia, materia o producto que no esté incluido en las categorías anteriores.

TABLA 2

Operaciones de tratamiento

Parte A

2.A	Operaciones de eliminación, que no conducen a una posible recuperación o valoración, regeneración, reutilización, reciclado o cualquier otra utilización de los residuos.
D1	Depósito sobre el suelo o en su interior (por ejemplo: vertido, etcétera).
D2	Tratamiento en medio terrestre (por ejemplo: biodegradación de residuos líquidos o lodos en el suelo, etcétera).
D3	Inyección en profundidad (por ejemplo: inyección de residuos bombeables en pozos, minas de sal, fallas geológicas naturales, etcétera).
D4	Embalse superficial (por ejemplo: vertido de residuos líquidos o lodos en pozos, estanques o lagunas, etcétera).
D5	Vertido en lugares especialmente diseñados (por ejemplo: colocación en celdas estancas separadas, recubiertas y aisladas entre sí y el medio ambiente, etcétera).
D6	Vertido en el medio acuático, salvo en el mar.
D7	Vertido en el mar, incluida la inserción en el lecho marino.
D8	Tratamiento biológico no especificado en otro apartado de la presente tabla y que dé como resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante alguno de los procedimientos enumerados entre D1 a D12.
D9	Tratamiento fisicoquímico no especificado en otro apartado de la presente tabla y que dé como resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante uno de los procedimientos enumerados entre D1 y D12 (por ejemplo: evaporación, secado, calcinación, etcétera).
D10	Incineración en tierra.
D11	Incineración en mar.
D12	Depósito permanente (por ejemplo: colocación de contenedores en una mina, etcétera).
D13	Combinación o mezcla previa a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D12.
D14	Reenvasado previo a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D13.
D15	Almacenamiento previo a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D14 (con exclusión del almacenamiento temporal previo a la recogida en el lugar de producción).

Parte B

2.B	Operaciones que llevan a una posible recuperación o valorización, regeneración, reutilización, reciclado o cualquier otra utilización de los residuos.
R1	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía.
R2	Recuperación o regeneración de disolventes.
R3	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes (incluidas las operaciones de formación de abono y otras transformaciones biológicas).
R4	Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos.
R5	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
R6	Regeneración de ácidos o de bases.

R7 Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación.
R8 Recuperación de componentes procedentes de catalizadores.
R9 Regeneración u otro nuevo empleo de aceites.
R10 Tratamiento de suelos, produciendo un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos.
R11 Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R10.
R12 Intercambio de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R11.
R13 Acumulación de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R12 (con exclusión del almacenamiento temporal previo a la recogida en el lugar de la producción).

TABLA 3

Categorías o tipos genéricos de residuos tóxicos y peligrosos, presentados en forma líquida, sólida o de lodos, clasificados según su naturaleza o la actividad que los genera

Parte A

3.A Residuos que presenten alguna de las características enumeradas en la tabla 5 y estén formados por:

1. Sustancias anatómicas: residuos hospitalarios u otros residuos clínicos.
2. Productos farmacéuticos, medicamentos, productos veterinarios.
3. Conservantes de la madera.
4. Biocidas y productos fitofarmacéuticos.
5. Residuos de productos utilizados como disolventes.
6. Sustancias orgánicas halogenadas no utilizadas como disolventes, excluidas las materias polimerizadas inertes.
7. Sales de temple cianuradas.
8. Aceites y sustancias oleosas minerales (lodos de corte, etcétera).
9. Mezclas aceite/agua o hidrocarburo/agua, emulsiones.
10. Sustancias que contengan PCB y/o PCT (dieléctricas, etcétera).
11. Materias alquitranadas procedentes de operaciones de refinado, destilación o pirólisis (sedimentos de destilación, etcétera).
12. Tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas, barnices.
13. Resinas, látex, plastificantes, colas.
14. Sustancias químicas no identificadas y/o nuevas y de efectos desconocidos en el hombre y/o el medio ambiente que procedan de actividades de investigación y desarrollo o de actividades de enseñanza (residuos de laboratorios, etcétera).
15. Productos pirotécnicos y otros materiales explosivos.
16. Sustancias químicas y productos de tratamiento utilizados en fotografía.
17. Todos los materiales contaminados por un producto de la familia de los dibenzofuranos policlorados.
18. Todos los materiales contaminados por un producto de la familia de las bienzo-para-dioxinas policloradas.

Parte B

3.B Residuos que contengan cualquiera de los componentes que figuran en la lista de la tabla 4, que presenten cualquiera de las características mencionadas en la tabla 5 y que estén formados por:

19. Jabones, materias grasas, ceras de origen animal o vegetal.
20. Sustancias orgánicas no halogenadas no empleadas como disolventes.
21. Sustancias inorgánicas que no contengan metales o compuestos de metales.
22. Escorias y/o cenizas.
23. Tierra, arcillas o arenas incluyendo lodos de dragado.
24. Sales de temple no cianuradas.
25. Partículas o polvos metálicos.
26. Catalizadores usados.
27. Líquidos o lodos que contengan metales o compuestos metálicos.
28. Residuos de tratamiento de descontaminación (polvos de cámaras de filtros de bolsas, ectéceta), excepto los mencionados en los puntos 29, 30 y 33.
29. Lodos de lavado de gases.
30. Lodos de instalaciones de purificación de agua.
31. Residuos de descarbonatación.
32. Residuos de columnas intercambiadoras de iones.
33. Lodos de depuración no tratados o no utilizables en la agricultura.
34. Residuos de la limpieza de cisternas y/o equipos.
35. Equipos contaminados.
36. Recipientes contaminados (envases, bombonas de gas, etcétera) que hayan contenido uno o varios de los constituyentes mencionados en la tabla 4.
37. Baterías y pilas eléctricas.
38. Aceites vegetales.
39. Objetos procedentes de recogidas selectivas de basuras domésticas y que presenten cualesquiera de las características mencionadas en la tabla 5.
40. Cualquier otro residuo que contenga uno cualesquiera de los constituyentes enumerados en la tabla 4 y presente cualesquiera de las características que se enuncian en la tabla 5.

TABLA 4

Constituyentes de los residuos de la parte B de la tabla 3 que permiten calificarlos de tóxicos y peligrosos cuando presenten las características enunciadas en la tabla 5

Residuos que tengan como constituyentes:

C1 Berilio; compuestos de berilio.
C2 Compuestos de vanadio.
C3 Compuestos de cromo hexavalente.
C4 Compuestos de cobalto.
C5 Compuestos de níquel.
C6 Compuestos de cobre.
C7 Compuestos de zinc.
C8 Arsénico; compuestos de arsénico.
C9 Selenio; compuestos de selenio.
C10 Compuestos de plata.
C11 Cadmio; compuestos de cadmio.
C12 Compuestos de estaño.

C13 Antimonio; compuestos de antimonio.
C14 Telurio; compuestos de telurio.
C15 Compuestos de bario, excluido el sulfato bárico.
C16 Mercurio; compuestos de mercurio.
C17 Talio; compuestos de talio.
C18 Plomo; compuestos de plomo.
C19 Sulfuros inorgánicos.
C20 Compuestos inorgánicos de flúor, excluido el fluoruro cálcico.
C21 Cianuros inorgánicos.
C22 Los siguientes metales alcalinos o alcalinotérreos: Litio, sodio, potasio, calcio, magnesio en forma no combinada.
C23 Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
C24 Soluciones básicas o bases en forma sólida.
C25 Amianto (polvos y fibras).
C26 Fósforo; compuestos de fósforo, excluidos los fosfatos minerales.
C27 Carbonilos metálicos.
C28 Peróxidos.
C29 Cloratos.
C30 Percloratos.
C31 Nitratos.
C32 PCB y/o PCT.
C33 Compuestos farmacéuticos o veterinarios.
C34 Biocidas y sustancias fitofarmacéuticas (plaguicidas, etcétera).
C35 Sustancias infecciosas.
C36 Creosotas.
C37 Isocianatos, tiocianatos.
C38 Cianuros orgánicos (nitrilos, etcétera).
C39 Fenoles: Compuestos de fenol.
C40 Disolventes halogenados.
C41 Disolventes orgánicos, excluidos los disolventes halogenados.
C42 Compuestos organohalogenados, excluidas las materias polimerizadas inertes y las demás sustancias mencionadas en la presente tabla.
C43 Compuestos aromáticos; compuestos orgánicos policíclicos y heterocíclicos.
C44 Aminas alifáticas.
C45 Aminas aromáticas.
C46 Éteres.
C47 Sustancias de carácter explosivo, excluidas las ya mencionadas en la presente tabla.
C48 Compuestos orgánicos de azufre.
C49 Todo producto de la familia de los dibenzofuranos policlorados.
C50 Todo producto de la familia de las dibenzo-para-dioxinas policloradas.
C51 Hidrocarburos y sus compuestos oxigenados, nitrogenados y/o sulfurados no incluidos en la presente tabla.

TABLA 5

Características de los residuos que permiten calificarlos de tóxicos y peligrosos

(Las características de peligrosidad «tóxico», «muy tóxico», «nocivo», «corrosivo» e «irritable», así como las de «carcinogénico», «tóxico para la reproducción» y «mutagénico» se asignan con arreglo a los criterios establecidos en el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.

Deberán aplicarse los métodos de prueba que se definen en el citado Real Decreto, con la finalidad de dar un contenido concreto a las definiciones esta tabla).

H1 «Explosivo»: se aplica a sustancias y preparados que puedan explosionar bajo el efecto de la llama o que son más sensibles a los choques o las fricciones que el denitrobenceno.
H2 «Comburente»: se aplica a sustancias y preparados que presenten reacciones altamente exotérmicas al entrar en contacto con otras sustancias, en particular sustancias inflamables.
H3-A «Fácilmente inflamable»: se aplica a sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación inferior a 21° C (incluidos los líquidos extremadamente inflamables), o se aplica a sustancias y preparados que puedan calentarse y finalmente inflamarse en contacto con el aire a temperatura ambiente sin aplicación de energía, o se aplica a sustancias y preparados sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de ignición y que continúen ardiendo o consumiéndose después del alejamiento de la fuente de ignición, o se aplica a sustancias y preparados gaseosos que sean inflamables en el aire a presión normal, o se aplica a sustancias y preparados que, en contacto con agua o aire húmedo, emitan gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas.
H3-B «Inflamable»: se aplica a sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación superior o igual a 21° C e inferior o igual a 55° C.
H4 «Irritante»: se aplica a sustancias y preparados no corrosivos que puedan causar reacción inflamatoria por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas.
H5 «Nocivo»: se aplica a sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos de gravedad limitada para la salud.
H6 «Tóxico»: se aplica a sustancias y preparados (incluidos los preparados y sustancias muy tóxicos) que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.
H7 «Carcinógeno»: se aplica a sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia.
H8 «Corrosivo»: se aplica a sustancias y preparados que puedan destruir tejidos vivos al entrar en contacto con ellos.
H9 «Infeccioso»: se aplica a sustancias que contienen microorganismos viables, o sus toxinas, de los que se sabe o existen razones fundadas para creer que causan enfermedades en el ser humano o en otros organismos vivos.
H10 «Tóxico para la reproducción»: se aplica a sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir malformaciones congénitas no hereditarias o aumentar su frecuencia.
H11 «Mutagénico»: se aplica a sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia.
H12 Sustancias o preparados que emiten gases tóxicos o muy tóxicos al entrar en contacto con el aire, con el agua o con un ácido.
H13 Sustancias o preparados susceptibles, después de su eliminación, de dar lugar a otra sustancia por un medio cualquiera, por ejemplo un lixiviado, que posea alguna de las características enumeradas anteriormente.
H14 «Peligroso para el medio ambiente»: se aplica a sustancias y preparados que presenten o puedan presentar riesgos inmediatos o diferidos para el medio ambiente.

ANEJO 2

Lista de residuos peligrosos aprobada por la Decisión 94/904/CE, del Consejo, de 22 de diciembre, de acuerdo con el apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE

Código CER	Descripción
02	Residuos de la producción primaria, agrícola, horticultura, caza, pesca y acuicultura de la preparación y elaboración de alimentos.
0201	Residuos de la producción primaria.
020105	Residuos agroquímicos.
03	Residuos de la transformación de la madera y de la producción de papel, pasta de papel, tableros y muebles.
0302	Residuos de los procesos de tratamiento para la conservación de la madera.
030201	Conservantes de la madera orgánicos no halogenados.
030202	Conservantes de la madera organoclorados.
030203	Conservantes de la madera organometálicos.
030204	Conservantes de la madera inorgánicos.
04	Residuos de las industrias textil y de la piel.
0401	Residuos de la industria de la piel.
040103	Residuos de desengrasado que contienen disolventes sin fase líquida.
0402	Residuos de la industria textil.
040211	Residuos halogenados de la confección y acabado.
05	Residuos del refino de petróleo, purificación del gas natural y tratamiento pirolítico del carbón.
0501	Lodos y residuos sólidos aceitosos.
050103	Lodos de fondos de tanques.
050104	Lodos de alquil ácido.
050105	Vertidos de hidrocarburos.
050107	Alquitranes ácidos.
050108	Otros alquitranes.
0504	Arcillas de filtración usadas.
050401	Arcillas de filtración usadas.
0506	Residuos del tratamiento pirolítico del carbón.
050601	Alquitranes ácidos.
050603	Otros alquitranes.
0507	Residuos de la purificación de gas natural.
050701	Lodos que contienen mercurio.
0508	Residuos de la regeneración de aceites.
050801	Arcillas de filtración usadas.
050802	Alquitranes ácidos.
050803	Otros alquitranes.
050804	Residuos líquidos acuosos procedentes de la regeneración de aceites.
06	Residuos de procesos químicos inorgánicos.
0601	Residuos de soluciones ácidas.
060101	Ácido sulfúrico y ácido sulfuroso.
060102	Ácido clorhídrico.
060103	Ácido fluorhídrico.
060104	Ácido fosfórico y ácido fosforoso.
060105	Ácido nítrico y ácido nitroso.
060199	Residuos no especificados en otra categoría.
0602	Soluciones alcalinas.
060201	Hidróxido cálcico.
060202	Sosa.
060203	Amoníaco.
060299	Residuos no especificados en otra categoría.
0603	Residuos de sales y sus soluciones.
060311	Sales y soluciones que contienen cianuros.
0604	Residuos que contienen metales.
060402	Sales metálicas (excepto la categoría 060300).
060403	Residuos que contienen arsénico.
060404	Residuos que contienen mercurio.
060405	Residuos que contienen metales pesados.
0607	Residuos de procesos químicos de los halógenos.
060701	Residuos de electrólisis que contienen amianto.
060702	Carbón activo procedente de la producción de cloro.
0613	Residuos de otros procesos químicos inorgánicos.
061301	Pesticidas inorgánicos, biocidas y conservantes de la madera.
061302	Carbón activo usado (excepto la categoría 060702).
07	Residuos de procesos químicos orgánicos.
0701	Residuos de la formulación, fabricación, distribución y utilización (FEDU) de productos químicos orgánicos de base.
070101	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
070103	Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
070104	Otros divolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
070107	Residuos de reacción y de destilación halogenados.
070108	Otros residuos de reacción y de destilación.
070109	Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.
070110	Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
0702	Residuos de la FFDU de plásticos, caucho sintético y fibras artificiales.
070201	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
070203	Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
070204	Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
070207	Residuos de reacción y de destilación halogenados.
070208	Otros residuos de reacción y de destilación.
070209	Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.

Código CER	Descripción
070210	Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
0703	Residuos de la FFDU de tintes y pigmentos orgánicos (excepto 061100).
070301	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
070303	Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
070304	Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
070307	Residuos de reacción y de destilación halogenados.
070308	Otros residuos de reacción y de destilación.
070309	Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.
070310	Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
0704	Residuos de la FFDU de pesticidas orgánicos (excepto 020105).
070401	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
070403	Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
070404	Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
070407	Residuos de reacción y de destilación halogenados.
070408	Otros residuos de reacción y de destilación.
070409	Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.
070410	Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
0705	Residuos de la FFDU de productos farmacéuticos.
070501	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
070503	Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
070504	Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
070507	Residuos de reacción y de destilación halogenados.
070508	Otros residuos de reacción y de destilación.
070509	Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.
070510	Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
0706	Residuos del FFDU de grasas, jabones, detergentes, desinfectantes y cosméticos.
070601	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
070603	Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
070604	Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
070607	Residuos de reacción y de destilación halogenados.
070608	Otros residuos de reacción y de destilación.
070609	Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.
070610	Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
0707	Residuos de la FFDU de productos químicos y química fina no especificados en otra categoría.
070701	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
070703	Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
070704	Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
070707	Residuos de reacción y destilación halogenados.
070708	Otros residuos de reacción y destilación.
070709	Tortas de filtración y absorbentes usados.
070710	Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
08	Residuos de la formulación, fabricación, distribución y utilización (FFDU) de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos), pegamentos, sellantes y tintas de impresión.
0801	Residuos de la FFDU de pintura y barniz.
080101	Residuos de pinturas y barnices que contienen disolventes halogenados.
080102	Residuos de pinturas y barnices que no contienen disolventes halogenados.
080106	Lodos de la eliminación de pinturas y barnices que contienen disolventes halogenados.
080107	Lodos de eliminación de pinturas y barnices que no contienen disolventes halogenados.
0803	Residuos de la FFDU de tintas de impresión.
080301	Residuos de tintas que contienen disolventes halogenados.
080302	Residuos de tintas que no contienen disolventes halogenados.
080305	Lodos de tinta que contienen disolventes halogenados.
080306	Lodos de tinta que no contienen disolventes halogenados.
0804	Residuos de la FFDU de pegamentos y sellantes (incluidos productos de impermeabilización).
080401	Residuos de pegamentos y sellantes que contienen disolventes halogenados.
080402	Residuos de pegamentos y sellantes que no contienen disolventes halogenados.
080405	Lodos de pegamentos y sellantes que contienen disolventes halogenados.
080406	Lodos de pegamentos y sellantes que no contienen disolventes halogenados.
09	Residuos de la industria fotográfica.
0901	Residuos de la industria fotográfica.
090101	Soluciones de revelado y soluciones activadoras al agua.
090102	Soluciones de revelado de placas de impresión al agua.
090103	Soluciones de revelado con disolventes.
090104	Soluciones de fijado.
090105	Soluciones de blanqueo y de fijado.
090106	Residuos que contienen plata procedente del tratamiento «in situ» de residuos fotográficos.

Código CER	Descripción
10	Residuos inorgánicos de procesos térmicos.
1001	Residuos de centrales eléctricas y otras plantas de combustión (excepto 190000).
100104	Cenizas volantes de fuel-oil.
100109	Ácido sulfúrico.
1003	Residuos de la termometalurgia del aluminio.
100301	Alquitranes y otros residuos que contienen carbón procedente de la fabricación de ánodos.
100303	Espumas.
100304	Escorias-granzas blancas de primera fusión.
100307	Revestimientos de cuba usados.
100308	Escorias de sal de segunda fusión.
100309	Granzas negras de segunda fusión.
100310	Residuos de tratamiento de escorias de sal y granzas.
1004	Residuos de la termometalurgia del plomo.
100401	Escorias (primera y segunda fusión).
100402	Granzas y espumas (primera y segunda fusión).
100403	Arseniato de calcio.
100404	Polvo de filtración de humos.
100405	Otras partículas y polvo.
100406	Residuos sólidos del tratamiento de gases.
100407	Lodos de tratamiento de gases.
1005	Residuos de la termometalurgia del zinc.
100501	Escorias (primera y segunda fusión).
100502	Granzas y espumas (primera y segunda fusión).
100503	Polvo de filtración de humos.
100505	Residuos sólidos del tratamiento de gases.
100506	Lodos del tratamiento de gases.
1006	Residuos de la termometalurgia del cobre.
100603	Polvo de filtración de humos.
100605	Residuos del refino electrolítico.
100606	Residuos sólidos del tratamiento de gases.
100607	Lodos del tratamiento de gases.
11	Residuos inorgánicos que contienen metales procedentes del tratamiento y revestimiento de metales y de la hidrometalurgia no férrea.
1101	Residuos líquidos y lodos del tratamiento y revestimiento de metales (por ejemplo, procesos de galvanización, procesos de revestimiento de zinc, procesos de decapado, grabado, fosfatación y desengrasado alcalino).
110101	Residuos cianurados (alcalinos) que contienen metales pesados distintos al cromo.
110102	Residuos cianurados (alcalinos) que no contienen metales pesados.
110103	Residuos sin cianuro que contienen cromo.
110105	Soluciones ácidas de decapado.
110106	Ácidos no especificados en otra categoría.
110107	Álcalis no especificados en otra categoría.
110108	Lodos de fosfatación.
1102	Residuos y lodos de procesos hidrometalúrgicos no férreos.
110202	Lodos de la hidrometalurgia del zinc (incluida jarosita, goethita).
1103	Lodos y sólidos de procesos de temple.
110301	Residuos que contienen cianuro.
110302	Otros residuos.
12	Residuos del moldeado y tratamiento de superficie de metales y plásticos.
1201	Residuos del moldeado (incluidos forja, soldadura, prensado, trefilado, torneado, cortado y fresado).
120106	Aceites usados de mecanización que contienen halógenos (no emulsionados).
120107	Aceites usados de mecanización sin halógenos (no emulsionados).
120108	Residuos emulsionados de mecanización que contienen halógenos.
120109	Residuos emulsionados de mecanización sin halógenos.
120110	Aceites sintéticos de mecanización.
120111	Lodos de mecanización.
120112	Ceras y grasas usadas.
1203	Residuos de los procesos de desengrasado con agua y vapor (excepto 110000).
120301	Líquidos acuosos de limpieza.
120302	Residuos de desengrasado al vapor.
13	Aceites usados (excepto aceites comestibles, 050000 y 120000).
1301	Aceites hidráulicos y líquidos de freno usados.
130101	Aceites hidráulicos que contienen PCB o PCT.
130102	Otros aceites hidráulicos clorados (no emulsionados).
130103	Aceites hidráulicos no clorados (no emulsionados).
130104	Otros aceites hidráulicos clorados emulsionados.
130105	Aceites hidráulicos no clorados emulsionados.
130106	Aceites hidráulicos que contienen sólo aceite mineral.
130107	Otros aceites hidráulicos.
130108	Líquidos de freno.
1302	Aceites lubricantes usados de motores y engranajes.
130201	Aceites hidráulicos clorados de motores y engranajes.
130202	Aceites hidráulicos no clorados de motores y engranajes.
130203	Otros aceites lubricantes de motores y engranajes.
1303	Aceites y otros líquidos de aislamiento y transmisión de calor usados.
130301	Aceites y otros líquidos de aislamiento y transmisión de calor que contienen PCB o PCT.
130302	Otros aceites y otros líquidos clorados de aislamiento y transmisión de calor.

Código CER	Descripción
130303	Aceites y otros líquidos no clorados de aislamiento y transmisión de calor.
130304	Aceites y otros líquidos sintéticos de aislamiento y transmisión de calor.
130305	Aceites minerales de aislamiento y transmisión de calor.
1304	Aceites de sentinas.
130401	Aceites de sentinas procedentes de la navegación en aguas continentales.
130402	Aceites de sentinas recogidos en muelles.
130403	Aceites de sentinas procedentes de otra navegación.
1305	Restos de separadores agua/aceite.
130501	Sólidos de separadores agua/aceite.
130502	Lodos de separadores agua/aceite.
130503	Lodos de interceptores.
130504	Lodos o emulsiones de desalación.
130505	Otras emulsiones.
1306	Aceites usados no especificados en otra categoría.
130601	Aceites usados no especificados en otra categoría.
14	Residuos de sustancias orgánicas utilizadas como disolventes (excepto 070000 y 080000).
1401	Residuos del desengrasado de metales y mantenimiento de maquinaria.
140101	Clorofluorocarbonos.
140102	Otros disolventes y mezclas de disolventes halogenados.
140103	Otros disolventes y mezclas de disolventes.
140104	Mezclas acuosas de disolventes que contienen halógenos.
140105	Mezclas acuosas de disolventes sin halógenos.
140106	Lodos o residuos sólidos que contienen disolventes halogenados.
140107	Lodos o residuos sólidos que no contienen disolventes halogenados.
1402	Residuos de la limpieza de textiles y desengrasado de productos naturales.
140201	Disolventes y mezclas de disolventes halogenados.
140202	Mezclas de disolventes o líquidos orgánicos sin disolventes halogenados.
140203	Lodos o residuos sólidos que contienen disolventes halogenados.
140204	Lodos o residuos sólidos que contienen otros disolventes.
1403	Residuos de la industria electrónica.
140301	Clorofluorocarbonos.
140302	Otros disolventes halogenados.
140303	Disolventes y mezclas de disolventes sin disolventes halogenados.
140304	Lodos o residuos sólidos que contienen disolventes halogenados.
140305	Lodos o residuos sólidos que contienen otros disolventes.
1404	Residuos de refrigerantes y propelentes de aerosoles y espumas.
140401	Clorofluorocarbonos.
140402	Otros disolventes y mezclas de disolventes halogenados.
140403	Otros disolventes y mezclas de disolventes.
140404	Lodos o residuos sólidos que contienen disolventes halogenados.
140405	Lodos o residuos sólidos que contienen otros disolventes.
1405	Residuos de la recuperación de disolventes y refrigerantes (residuos de destilación).
140501	Clorofluorocarbonos.
140502	Otros disolventes y mezclas de disolventes halogenados.
140503	Otros disolventes y mezclas de disolventes.
140504	Lodos que contienen disolventes halogenados.
140505	Lodos que contienen otros disolventes.
16	Residuos no especificados en otra categoría del católogo.
1602	Equipos desechados y residuos de prensado.
160201	Transformadores y condensadores que contienen PCB o PCT.
1604	Residuos de explosivos.
160401	Residuos de municiones.
160402	Residuos de fuegos artificiales.
160403	Otros residuos de explosivos.
1606	Pilas y acumuladores.
160601	Baterías de plomo.
160602	Baterías de Ni-Cd.
160603	Pilas secas de mercurio.
160606	Electrólito de pilas y acumuladores.
1607	Residuos de la limpieza de cisternas de transporte y almacenamiento (excepto 050000 y 120000).
160701	Residuos de la limpieza de cisternas de transporte marítimo, que contienen productos químicos.
160702	Residuos de la limpieza de cisternas de transporte marítimo, que contienen hidrocarburos.
160703	Residuos de la limpieza de cisternas de transporte por ferrocarril y carretera, que contienen hidrocarburos.
160704	Residuos de la limpieza de cisternas de transporte por ferrocarril y carretera, que contienen productos químicos.
160705	Residuos de la limpieza de cisternas de almacenamiento, que contienen productos químicos.
160706	Residuos de la limpieza de cisternas de almacenamiento, que contienen hidrocarburos.
17	Residuos de la construcción y demolición (incluida la construcción de carreteras).
1706	Materiales de aislamiento.
170601	Materiales de aislamiento que contienen amianto.

Código CER	Descripción
18	Residuos de servicios médicos o veterinarios o de investigación asociada (excluidos residuos de cocina y restaurantes que no son de procedencia directa de cuidados sanitarios).
1801	Residuos de maternidades, diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades humanas.
180103	Otros residuos cuya recogida y eliminación es objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones.
1802	Residuos de la investigación, diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades de animales.
180202	Otros residuos cuya recogida y eliminación es objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones.
180204	Productos químicos desechados.
19	Residuos de instalaciones para el tratamiento de residuos, plantas de tratamiento de aguas residuales e industria del agua.
1901	Residuos de la incineración o pirólisis de residuos municipales y asimilables de origen comercial, industrial e institucional.
190103	Cenizas volantes.
190104	Polvo de calderas.
190105	Torta de filtración del tratamiento de gases.
190106	Residuos líquidos acuosos del tratamiento de gases y otros residuos líquidos acuosos.
190107	Residuos sólidos del tratamiento de gases.
190110	Carbón activo usado procedente del tratamiento de gases.
1902	Residuos de tratamientos físico-químicos específicos de residuos industriales (por ejemplo descromatación, descianurización y neutralización).
190201	Lodos de hidróxidos metálicos y otros lodos del tratamiento de (la) insolubilización de metales.
1904	Residuos vitrificados y residuos de la vitrificación.
190402	Cenizas volantes y otros residuos del tratamiento de gases.
190403	Fase sólida no vitrificada.
1908	Residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales no especificados en otra categoría.
190803	Mezclas de grasa y aceite procedentes de la separación aceite/agua residual.
190806	Resinas intercambiadoras de iones saturadas o usadas.
190807	Soluciones y lodos de la regeneración de intercambiadores de iones.
20	Residuos municipales y residuos asimilables procedentes del comercio, industrias e instituciones incluidas las fracciones recogidas selectivamente.
2001	Fracciones recogidas selectivamente.
200112	Pinturas, tintes, resinas y pegamentos.
200113	Disolventes.
200117	Productos químicos fotográficos.
200119	Pesticidas.
200121	Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio.