

PROGRAMA FSE - EOI

**EFFECTO DE LA ADAPTACION
A LA NORMATIVA COMUNITARIA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
EN LA COMUNIDAD AUTONOMA DE
CASTILLA Y LEON**

MEDIO AMBIENTE

II

**ESCUELA DE ORGANIZACION INDUSTRIAL
M A D R I D**

CAPITULO VII: EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO DE EDAR

7.1. Formas de explotación y mantenimiento de las EDAR

Las plantas depuradoras de aguas residuales, una vez construidas y puestas en marcha, como cualquier otro tipo de instalación requieren unos servicios de explotación y mantenimiento que permitan por un lado obtener los objetivos de calidad en el producto final, alargar su vida lo máximo posible, y optimizar los costes en todos sus apartados.

La propiedad y responsabilidad del servicio de saneamiento recae, de acuerdo con la ley de Bases de las Corporaciones Locales, directamente sobre los Ayuntamientos, dependiendo en consecuencia de ellos la explotación y mantenimiento adecuados de las instalaciones, disponiendo para ello además de recursos propios, del futuro canon de saneamiento, existiendo ya muchos municipios que lo cobran directamente, incluido en los recibos del agua potable.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que los caudales y en consecuencia el tamaño de las instalaciones, varía de forma muy importante de unos núcleos de población a otros, pudiendo clasificarse las plantas de acuerdo con su tamaño y desde el punto de vista de explotación y mantenimiento en los siguientes grupos:

<u>TIPO DE PLANTA</u>	<u>CAUDAL TRATAMIENTO m³/d</u>
Muy pequeño	$Q \leq 300$
Pequeño	$300 < Q < 1.000$
Mediano	$1.000 < Q < 10.000$
Grande	$10.000 < Q < 100.000$
Muy grande	$Q \geq 100.000$

Estos límites no son estrictos y van a depender del tipo de proceso y diseño utilizados, de la disposición real de la planta y del grado de tratamiento requerido.

La gestión del servicio de explotación y mantenimiento de una planta depuradora, puede llevarse a cabo de alguna de las siguientes formas:

- * **Gestión directa por la administración.** Esta solución, de acuerdo con la experiencia existente, no es la óptima, entre otros por los siguientes motivos.
 - **En este caso la administración es actor y controlador al mismo tiempo.**
 - **No es ágil, rápida y competitiva con excesiva burocratización que ralentiza o paraliza la consecución de los objetivos.**
 - **Para este servicio se requiere un conjunto de profesionales en distintos campos, que en la mayoría de los casos la Administración no dispone.**

- * **Adjudicación a empresa privada, mediante concurso público.** Este sistema presenta las siguientes características.
 - **Libre concurrencia entre las diferentes empresas de este sector.**
 - **Competencia, lo que lleva consigo unos ajustes de los costes a los precios de mercado.**
 - **Profesionalidad.**

- Exigencia por parte de la Administración de unos resultados, con penalizaciones por no cumplimiento de lo especificado.
 - Agilidad y rapidez en el servicio.
 - Control externo de resultados.
 - Como inconveniente, se desconocerían los costes reales, pudiéndose llegar a un régimen de oligopolio (o monopolio) en la gestión de un bien público de primera necesidad.
- * Empresa Mixta, en la cual la Administración interviene en los órganos de propiedad y dirección de la misma. Esta fórmula al menos teóricamente resuelve la problemática de la explotación por la empresa privada, sin perder ninguna de sus ventajas.
 - * Empresa Pública. Si está bien dirigida y gestionado con criterios técnicos y empresariales puede en muchos casos ser tan competitiva como las formas anteriormente indicadas, debiendo estar sometida a un control de resultados tanto técnicos como económicos.

Como puede comprobarse en la tabla VII.1 adjunta, donde se recogen los resultados de dos encuestas sobre el mal funcionamiento de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, los mayores porcentajes de un servicio anómalo o bien de instalaciones fuera de servicio, se dan por explotación incorrecta de las plantas de tratamiento y falta del mínimo mantenimiento requerido.

TABLA VII.1 VIDA MEDIA DE LAS INSTALACIONES E INCIDENCIA EN EL COSTE TOTAL			
PROCESO UNITARIO	EQUIPO	VIDA UTIL (AÑOS)	PARTICIPACION EN COSTE TOTAL (%)
ELEVACION	TORNILLO ARQUIMEDES		2 - 4
	MOTORREDUCTOR	8 - 10	
	TORNILLO	15 - 20	
	BOMBAS	7 - 10	3 - 4
PRETRATAMIENTO	REJA AUTOMATICA		1
	MOTOR Y BARREDERA	6 - 10	
	REJA	9 - 11	
	DESARENADO		1 - 2
	EQUIPO	5 - 7	
BOMBAS ARENA	2 - 5		
TRATAMIENTO PRIMARIO	DECANTADOR		2 - 4
	ESTRUCTURA	15 - 20	
	RASQUETAS	5 - 6	
	BOMBAS FANGOS	5 - 10	
TRATAMIENTO BIOLOGICO	TURBINAS		8
	MOTOREDUCTOR	5 - 10	
	TURBINA	15 - 20	
	DIFUSORES		10
	SOPLANTES	7 - 10	
	DIFUSORES	8 - 10	
DECANTACION SECUNDARIA	DECANTADOR		2,5 - 5
	ESTRUCTURA	15 - 20	
	RASQUETAS	5 - 6	
	BOMBAS FANGOS	5 - 10	
ESPESAMIENTO FANGOS	ESPESADOR		2 - 4
	ESTRUCTURA	15 - 20	
	RASQUETAS	5 - 6	
	BOMBAS FANGOS	5 - 10	
TRATAMIENTO FANGOS	DIGESTION		10 - 20
	AGITACION	10	
	BOMBAS	5 - 10	
	CALEFACCION	5 - 10	
	FILTROS BANDA	10 - 15	
	FILTROS PRENSA	8 - 12	
INSTALACIONES	ELECTRICIDAD	15	10 - 15
	MECANICAS COMPL.	20	1 - 3
	EDIFICACION	20 - 30	1 - 2
	DIVERSOS		1 - 4
	OBRA CIVIL	20 - 30	40 - 50
RESUMEN			
EQUIPOS MECANICOS			5 - 15
OBRA CIVIL			20 - 30

Fuente: F.Morcillo (Documentación cursos EOI)

7.2. Servicios a realizar en la explotación y mantenimiento de una EDAR

Una planta depuradora de aguas residuales, ya sean urbanas o industriales, se compone de una concatenación de procesos u operaciones unitarias con el fin de que el producto final o agua tratada, cumpla con unos requisitos de calidad (normativa vigente), que permita su vertido a un cauce receptor con un impacto mínimo sobre el ecosistema que lo soporte, así como no deteriorar las características del receptor, de forma que perjudicase a otros usuarios situados aguas abajo.

Una EDAR es una instalación de tipo industrial que requiere al igual que otras industrias tres tipos de actuaciones fundamentales para su correcto funcionamiento.

- Operación o explotación de las instalaciones.
- Mantenimiento.
- Control de las operaciones y del producto final.

Por otra parte una EDAR tiene una serie de peculiaridades muy especiales, que no existen en otro tipo de actividades industriales y que en consecuencia determinan una forma de actuación muy específica. Entre estas características destacan las siguientes:

- Las EDAR están recibiendo agua las 24 horas del día, los 365 días del año, no pudiendo parar las instalaciones en ningún momento, lo que lleva consigo una gran dificultad en las operaciones de mantenimiento, ampliaciones o modificaciones, etc.
- La cantidad y calidad de la materia prima que llega a la EDAR es cambiante a lo largo del tiempo.

Esto lleva consigo que el control operacional sea continuo, precisando ajustar la línea de tratamiento a las circunstancias de cada momento.

- La planta depuradora no controla la calidad de la materia proveniente de una extensa red de colectores con incontables puntos de aportación de agua residual, lo que puede dar origen a recibir en algún momento vertidos tóxicos, inhibidores o peligrosos tanto para las instalaciones como para el personal de servicio. Por otra parte, estos vertidos incontrolados son prácticamente indetectables al ser puntuales y de cualquier composición, lo que puede llevar consigo problemas muy graves a los procesos.

Generalmente, en la entrada de agua residual se controla además del caudal, el pH, y en algunos casos algún otro parámetro, ya que es totalmente imposible el análisis en continuo de cualquier elemento o compuesto químico que pudiese llegar a las instalaciones.

La llegada de un compuesto tóxico o inhibidor puede dejar fuera de servicio el tratamiento secundario o biológico por destrucción de la biomasa del proceso, requiriendo su regeneración, si la destrucción es total, entre 15 y 20 días.

La presencia de vertidos industriales sin pretratamiento a la red de colectores urbanos, puede dificultar de forma importante los diferentes procesos u operaciones unitarias, lo que se traduce en pérdidas de rendimiento o no alcanzar en el vertido al cauce receptor los límites previstos en el diseño de las instalaciones.

- El producto final no tiene "valor comercial" lo que significa que una EDAR sólo genera gastos, por lo tanto estos deben minimizarse al máximo.

Por otra parte, de acuerdo con la ley de Bases de Régimen Local, los responsables de la depuración son los Ayuntamientos y no siempre disponen de los recursos necesarios o bien los aplican para otras funciones.

Así como se ha indicado anteriormente que el producto final no tiene "valor comercial", lo que sí tiene es un gran "valor social", referido a la sociedad en su totalidad, que requiere una calidad óptima del producto final, estando sometidos los responsables y operadores de estas instalaciones a una presión social muy importante.

- El Impacto Ambiental que produce una EDAR, si está bien diseñada, construida, operada y mantenida es prácticamente nulo. En cambio si por avería, fallo humano de operación, por vertido anómalo, o simplemente por falta de alimentación eléctrica, las consecuencias pueden ser muy importantes para el ecosistema receptor y para el entorno (malos olores, insectos, etc.)

Por todo lo indicado con anterioridad, la explotación y mantenimiento de las instalaciones tiene unas características muy específicas, que llevan a que esta actividad requiera de unos profesionales en diferentes especialidades a todos los niveles que permitan llevar a cabo su trabajo con plenas garantías de éxito.

En los subapartados siguientes se enumeran de forma muy resumida los diferentes servicios a llevar a cabo.

7.2.1.

Operación o explotación

Las diferentes actividades que se relacionan a continuación, tienen como fin único el conseguir que la calidad del agua depurada y subproductos originados sean óptimos, con el mínimo coste económico posible.

- Mantener el funcionamiento correcto de la EDAR de forma ininterrumpida.
- Controlar y operar el proceso de depuración de agua, gas, tratamiento de fangos y subproductos, tomando las decisiones oportunas para, de acuerdo con el estado actual de conocimientos, y la buena práctica, conseguir los rendimientos exigidos.
- Optimizar el rendimiento de los diferentes sistemas unitarios de que constan las instalaciones.
- Minimizar el consumo de energía eléctrica.
- Optimizar la recuperación energética a partir del biogás generado, minimizando al mismo tiempo los consumos en el proceso.
- Optimizar el empleo de los reactivos químicos, efectuando las pruebas necesarias para establecer, cuales son los que dan mejores prestaciones técnico - económicas.
- Adquirir, almacenar y disponer de las cantidades precisas en cada momento de los productos químicos precisos.

- Desarrollar los lazos de control y automatismo necesarios para mantener el funcionamiento de la E.D.A.R. de forma continuada.
- Efectuar la limpieza, desinfección y desratización de edificios, urbanización, áreas industriales, e instalaciones en general.
- Alcanzar y mantener las condiciones de calidad del efluente y los rendimientos exigidos de forma contínua y sin alteraciones.
- Extraer, almacenar y preparar para su retirada por terceros, las arenas y residuos sólidos en las debidas condiciones higiénicas y de seguridad.
- Deshidratar y almacenar los fangos. Gestionar su retirada, controlando su pesaje o midiendo su volumen, y que el destino final es el previsto.
- Evitar la producción de olores o impactos ambientales de tipo acústico o atmosférico.
- Llevar el control de las operaciones a través de un procedimiento de registro de actuaciones y resultados.
- Captar y registrar, con medios automáticos o manuales, todas las variables de proceso y los datos relativos a salidas de subproductos y entrada de fungibles y reactivos.
- Presencia contínua en las instalaciones del personal, de acuerdo con las necesidades del servicio en cada momento.

- En el caso de producirse anomalía en los procesos, no imputables a la explotación o mantenimiento de las instalaciones, tomar las acciones apropiadas.
- Mantener un registro de todas las variables que intervienen en el proceso, problemática surgida, así como las causas y forma de actuación.
- A la vista de la experiencia que se vaya adquiriendo con el tiempo, estudiar modificaciones en los equipos, unidades o forma de actuación con el fin de mejorar la eficacia de los mismos.
- En aquellas plantas con obtención de energía eléctrica mediante motogeneradores, optimizar la operación desde un punto de vista técnico y económico.
- Mantener en todo momento los planes de Seguridad e Higiene vigentes .
- Los contenedores y camiones de retirada de residuos sólidos, arenas, fangos y demás subproductos a evacuar, deben estar al máximo de la capacidad fijada por la reglamentación de transporte vigente, evitándose el transporte en sábados, festivos y periodos nocturnos.

7.2.2. *Mantenimiento*

Tan importante como la explotación de la EDAR, es el correcto mantenimiento de todos los elementos que componen la misma, de tal forma que se encuentran operativos de forma continua y a su máximo rendimiento.

Dentro del mantenimiento de las EDAR y de forma general, se incluyen las siguientes actividades:

- Conservar en perfecto estado todas las obras y elementos de la EDAR.
- Mantener adecuadamente todas las insulaciones y equipos de la EDAR, así como las complementarias que estén asociadas
 - . Mantenimiento rutinario: Mecánico, Eléctrico, Instrumentación, Automatización y Sistemas Informáticos.
 - . Mantenimiento programado: Mecánico, Eléctrico, Instrumentación, Automatización y Sistemas Informáticos.
 - . Mantenimiento mejorativo: Mecánico, Eléctrico, Instrumentación, Automatización y Sistemas Informáticos.
 - . Mantenimiento correctivo (reparación de averías e incidencias): Mecánico, Eléctrico, Instrumentación, Automatización y Sistemas Informáticos.
 - . Control de averías e incidencias, con indicación como mínimo de equipo afectado, tipo de incidencia, fecha y hora de avería, reparación, materiales y repuestos utilizados, problemática creada en la operación, etc.
 - . Control de herramientas, utillaje y repuestos en almacén.

Planes de engrases y cambios de aceite generales, donde se recoja, día a día la ejecución y control de las actividades antes mencionadas.

Las reparaciones se llevarán a cabo siempre que sea posible, en la propia EDAR, y en el menor tiempo posible.

7.2.3. Control de la EDAR

La herramienta más importante para el correcto funcionamiento de la EDAR son los controles analíticos, que suministran la información suficiente sobre la marcha de las instalaciones, a fin de que la explotación pueda tomar las medidas oportunas en el momento preciso, para corregir las desviaciones que se puedan estar produciendo.

El número y punto de muestreo variarán de unas instalaciones a otras, en función de su tamaño y de los medios técnicos y materiales de que están dotadas.

Los puntos a controlar de forma general en una EDAR, serían los siguientes:

- Agua de alimentación
- Efluente al cauce receptor
- Sequedad de los fangos
- Entradas/salidas de los diferentes procesos y operaciones unitarias
- Todas aquellas muestras solicitadas por explotación.

Dentro de las actividades a desarrollar se encuentran:

- Toma de muestras representativas
- Preparación, almacenaje y transporte de las mismas (si se efectúan en laboratorio exterior)
- Análisis físicos, químicos y biológicos precisos.
- Interpretación de resultados.
- Gestión de datos y emisión de informes estadísticos con resultados a lo largo del tiempo, promedios, desviaciones, etc.
- Mantenimiento de los equipos analíticos de laboratorio, calibrándolos de acuerdo con la frecuencia e instrucciones del suministrador.
- Preparación de reactivos, muestras patrón, etc., precisos para la actividad.
- Gestión de material fungible y reactivos de laboratorio.
- Puesta a punto de procedimientos analíticos.

7.3. Organización del Servicio

El esquema o estructura de la organización de servicio de explotación de una EDAR tiene la configuración siguiente:

- Area de recursos humanos.
- Area de recursos económicos
- Area de recursos técnicos.

La complejidad de las diferentes áreas va a depender fundamentalmente del tamaño de la planta.

En este apartado se va a analizar la estructura organizativa de una EDAR, de las clasificadas como grandes o muy grandes, debiendo adaptarse para las pequeñas. En el caso de estas últimas, así como en las definidas como muy pequeñas, es frecuente la explotación mancomunada de un conjunto de instalaciones que se encuentran dentro de un área determinada, que permita desde una planta o instalación central, dar servicio a todas las de un sector, siendo en este caso la estructura del servicio del mismo tipo, requiriendo para ello un parque móvil para desplazamiento del personal técnico de mantenimiento y control desde su base.

7.3.1. *Area de recursos humanos*

Como ya se ha indicado con anterioridad, el número de personas que prestan sus servicios en las EDAR están en relación directa, entre otros factores, con el caudal de agua a tratar, y la complejidad de las instalaciones.

El número de personas precisas para el desarrollo del servicio se estudia de forma más detenida en otro apartado específico de este mismo capítulo.

Características profesionales

En plantas de una cierta entidad, se requiere la concurrencia de una serie de profesionales técnicos especializados en materias como:

- * Ingeniería Ambiental o Sanitaria
- * Química
- * Biología
- * Mecánica
- * Electricidad
- * Instrumentación y Automatización
- * Informática
- * Otros

Así como en las tareas de explotación y mantenimiento de:

- * Operadores de planta
- * Mecánicos
- * Electricistas

- * Instrumentistas
- * Analistas de laboratorio
- * Programadores y operadores de Sistemas de Gestión Infomática.

El personal de la planta se completa con jardineros, servicio de guarderfa, seguridad, ayudantes y personal no cualificado.

Estructura Jerárquica

- Jefe de Planta o responsable del servicio. Es el responsable máximo de las instalaciones y lleva la dirección técnica y de gestión de todas las áreas. Normalmente esta función se asigna a Ingenieros de Caminos, otros titulados superiores, en Ciencias Químicas o ingenieros de grado medio, con experiencia en este tipo de actividad.
- Jefe de explotación. Responsable de la operación y control de proceso en las instalaciones. En instalaciones de gran tamaño, esta función puede subdividirse en líneas de tratamiento o bien estar duplicado el puesto para cubrir mayor número de horas presenciales en las instalaciones. Esta función es llevada a cabo por titulados superiores o medios, con experiencia en este campo de actividad.

En plantas de tamaño medio, las funciones de jefe de explotación y la jefatura de planta, suelen recaer en la misma persona.

- **Jefe de Mantenimiento.** Responsable de la conservación y mantenimiento de las instalaciones. Este puesto suele estar ocupado por técnicos de grado medio en el área Industrial.

En plantas de tamaño medio, estas funciones suelen estar encomendadas a técnicos cualificados a nivel de formación profesional de segundo grado, especialidad de mecánica.

- **Jefe de Laboratorio.** Responsable de los análisis de control de la EDAR, siendo asignados para este puesto licenciados de Ciencias Químicas, Biología, o Farmacia. En plantas de tamaño medio o pequeño esta función es llevada a cabo por analistas con formación FP de Segundo Grado.
- **Jefe de Administración.** Responsable de las relaciones laborales, control de costes y administración de la EDAR.
- **Encargados de Operación.** Son los responsables de cada grupo de trabajo o turno, actuando directamente sobre las instalaciones. Esta función puede verse subdividida dependiendo de la complejidad de las instalaciones de depuración, líneas de agua, tratamiento y deshidratación de fangos y motogeneración.

La formación de los encargados es de formación profesional de segundo grado, con experiencia en esta actividad.

En íntima colaboración con los encargados y formando equipo con ellos, se encuentran los operadores de planta, con una formación similar, aunque con menor experiencia.

En plantas pequeñas las funciones de Jefe de planta, explotación y encargado pueden recaer en la misma persona.

- Encargados de mantenimiento, son los responsables directos del mantenimiento y reparación de los equipos e instalaciones, conservando los mismos en perfecto estado de operatividad. Esta función es llevada a cabo por técnicos especialistas con formación profesional de segundo grado, con amplia experiencia en este campo.

Este puesto al igual que los encargados de operación, puede estar dividido en las diferentes especialidades, como mecánica, electricidad o instrumentación.

Cada encargado dispondrá de una serie de personas para llevar a cabo los diferentes trabajos, con formación similar a la de los encargados, aunque con menor experiencia.

En plantas pequeñas, las funciones del encargado y del jefe de mantenimiento recaen en la misma persona.

- Analistas de laboratorio, técnicos de formación profesional de segundo grado con experiencia en este campo, siendo los responsables de la realización de los análisis de control precisos.

En plantas pequeñas este técnico asume las funciones de Jefe de Laboratorio.

- Personal vario, como administrativos, jardineros, guardas, ayudantes en operación o mantenimiento, etc , completan la plantilla de la EDAR.

Generalmente una parte de los puestos están cubiertos por personal con el grado de formación profesional de segundo grado con poca experiencia, o no cualificados con experiencias laborales previas.

En la figura VII.1 se encuentra recogido un organigrama de la distribución de recursos humanos en una EDAR de gran tamaño, así como en la figura VII.2 se presenta la estructura del servicio de mantenimiento.

Formación del personal y motivación

Uno de los factores que más influyen en el buen servicio de una EDAR es la formación del personal que trabaja en la misma, a todos los niveles que conforman las diferentes misiones a realizar.

En Estados Unidos (y otros países) existen desde carreras superiores (Ingenieros Sanitarios), hasta cursos de especialización de operadores (equivalentes en grado a FP II), lo que lleva consigo que las depuradoras estén servidas por profesionales que desde el comienzo de sus estudios se han decantado por esta actividad. A título de ejemplo, a continuación se incluye una relación de centros sobre esta materia, en EEUU.

- Pollution Abatement Technology Department
Charles County Community College
Box 910
La Plata, Maryland 20646

RECURSOS HUMANOS - ORGANIGRAMA

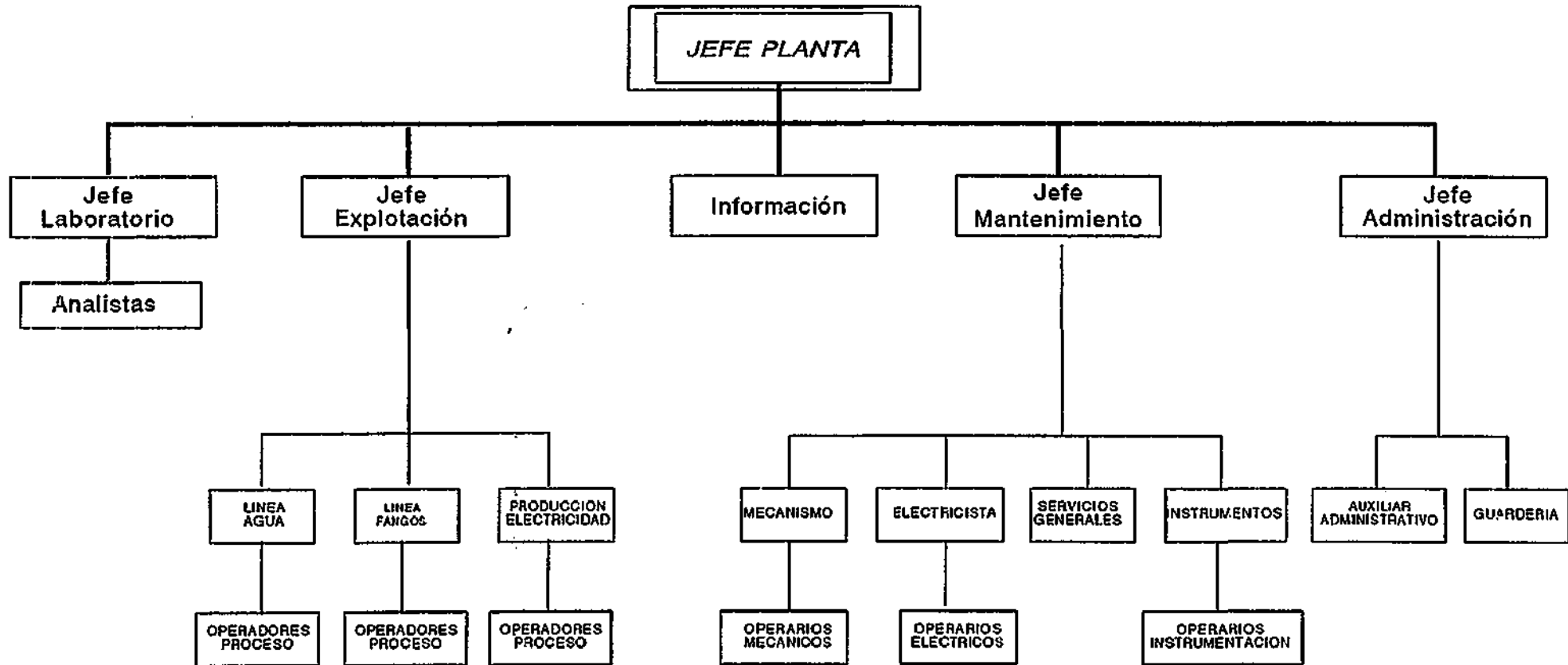


Figura VII.1

MANTENIMIENTO - ORGANIGRAMA

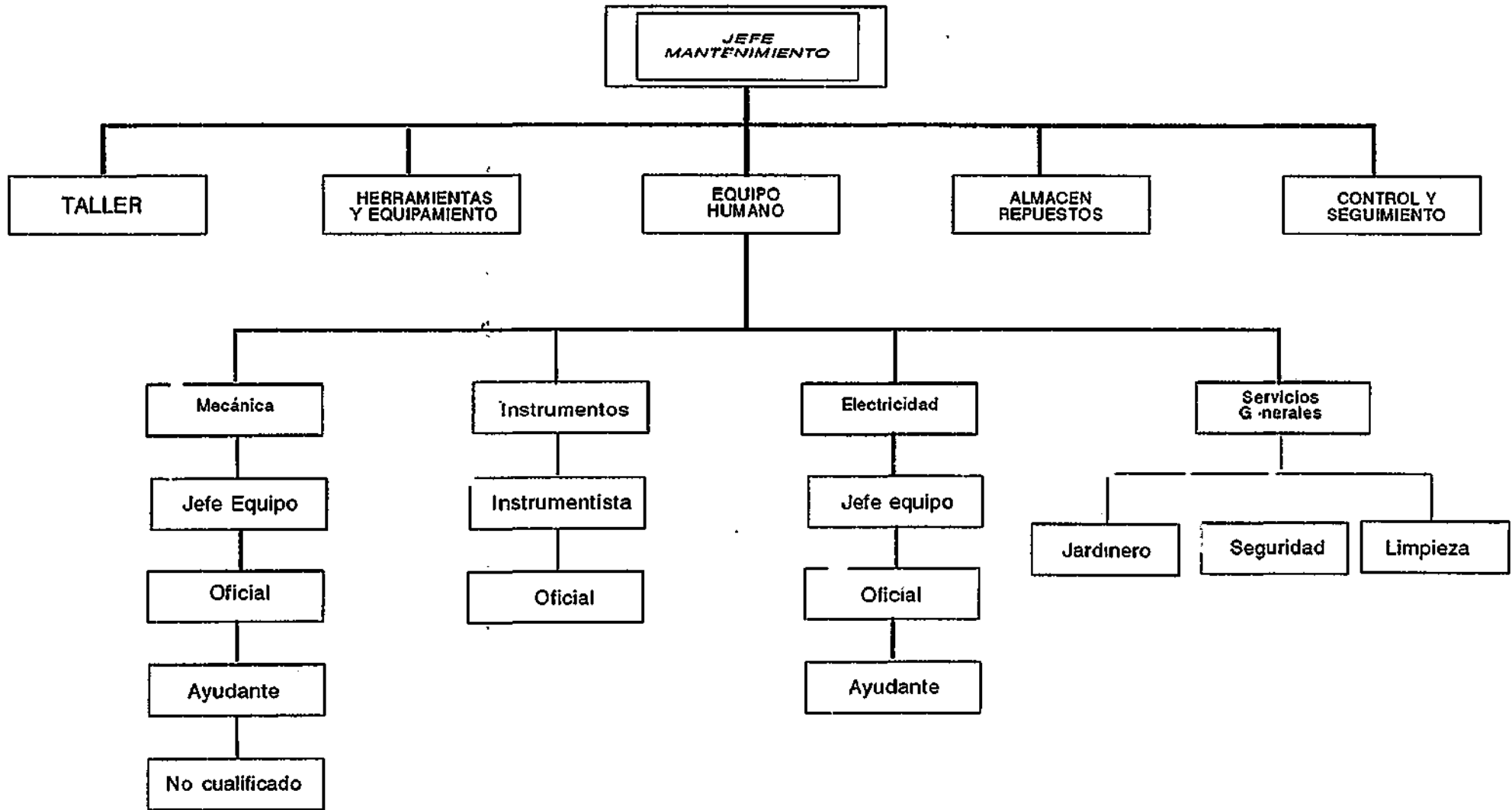


Figura VII.2

- Wastewater Technology Department
Southern Maine Vocational Technical Institute
One Vocational Drive
South Portland, Maine 04106

- Civil Engineering Dept.
Syracuse University
Syracuse, New York 13210

- Environmental Manpower Div.
NYS Dept. of Environmental Conservation
50 Wolfe Road
Albany, New York, 122001

- Division of Water Pollution Control
Training Section
Lowell Technological Institute
Lowell, Massachusetts 0154

- Dept. of Civil Engineering
State University of California at Sacramento
Sacramento, California 95819

- Water & Sewerage Technical School
Box 348
Neosho, Missouri 64850

- Clemson University
Clemson, South Carolina 29631

- Water and Wastewater Plant Operator's School
University of Colorado
Boulder, Colorado 80302

Desgraciadamente, en nuestro país los niveles técnicos superiores proceden de otras especialidades (Ingenierías o Facultades), que a través de cursos o bien de años de experiencia laboral, acaban desarrollando estas actividades. Igualmente ocurre en lo referente a niveles intermedios o de operadores. Hace años el MOPTMA organizó una serie de cursos para operadores, adaptados a partir de la EPA que no llegaron a consolidarse, al igual que otros organizados por corporaciones locales, INEM, etc.

Hay que tener en cuenta que si se considera el coste de las instalaciones y el número de personas que presten sus servicios en las EDAR, la responsabilidad supera en muchos casos los cien millones de pesetas, razón por la cual en EEUU y Canadá exigen certificado de formación profesional a los operadores de planta.

La inversión en formación de personal es el mejor método de aumentar el rendimiento, de tal forma que, según cálculos de la EPA, las inversiones en formación tienen una rentabilidad del 8.000 por 100.

Si se tiene en cuenta la generación de empleo que va a suponer la puesta en marcha del Plan Nacional de Depuración de aguas urbanas, las necesidades laborales en este sector van a ser muy importantes, siendo en consecuencia aconsejable la formación de estos profesionales, desde jefes de planta hasta operadores, que la sociedad va a solicitar.

Por otra parte, la sensibilización tanto de la Administración como de los ciudadanos, así como la legislación cada vez más estricta, va a requerir una mayor

profesionalización de los trabajadores de este sector, siendo precisa su formación desde la Universidad hasta FPPII, así como cursos de reciclado con el fin de mantenerse al día sobre las nuevas tendencias, sistemas o controles de depuración.

Los tipos de formación posibles son:

- Interna. Fundamentalmente de los responsables técnicos de las instalaciones, hacia los operadores, aunque sean de otras áreas del servicio.
- Externa. Generalmente para los escalones superiores y medios.
- A distancia. Existen cursos de la EPA de estas características, incluso traducidos al castellano, pero no explotados comercialmente.

Por otra parte, no es suficiente con que una depuradora disponga de unos técnicos y operadores con una gran formación, sino que debe existir una motivación hacia el trabajo bien realizado, por parte de los mismos.

Debe tenerse en cuenta las características de este tipo de instalaciones, como son:

- Trabajo continuado y a turnos.
- Manipulación de aguas residuales, basuras y fangos.
- Las implicaciones ante las graves consecuencias que puede tener en el entorno los fallos de la instalaciones.
- La presión social de los medios de comunicación y muchas veces hasta de tipo político, que acarrear los fallos de estas instalaciones.

- Sobre todo en el pasado, la escasez de recursos económicos conlleva unas bajas compensaciones económicas.

Puede llevar a una falta de motivación por parte del personal, lo que acarrea baja productividad y en consecuencia un deterioro del servicio.

La motivación en esta actividad es responsabilidad del Jefe de la planta y de los responsables de las diferentes áreas que la conforman, debiendo ser potenciada al máximo mediante la comunicación continua y la mentalización del personal sobre la gran importancia y beneficios que la sociedad obtiene gracias al buen trabajo que se realiza en la depuradora.

Igualmente, la realización de cursos internos de formación, charlas, o cualquier otra actividad que mejore o haga comprender el trabajo realizado, conlleva no sólo incrementar los conocimientos del personal, sino también una mayor motivación en las funciones a desarrollar.

7.3.2. *Area de recursos económicos*

Una planta depuradora de aguas residuales, como cualquier instalación industrial, va a requerir, sobre todo las de gran tamaño, de llevar a cabo no sólo una contabilidad analítica de los gastos - ingresos de su actividad, sino un control continuo de los costos, una gestión y seguimiento de las compras y servicios contratados en el exterior, unas previsiones de fondos para anualidades en estudios, proyectos o ejecución de modificaciones o sustituciones de equipos, etc.

Si la explotación es llevada a cabo por una empresa privada, igualmente será preciso preparar y seguir las certificaciones mensuales (forma habitual de abono de estos servicios), formadas en la mayoría de los casos, por fórmulas polinómicas

compuestas por una cantidad fija (que corresponde con los gastos fijos de la instalación) y otra variable en función del volumen de agua tratada.

En otro apartado de este capítulo se estudian detenidamente los diferentes conceptos que integran la estructura de costes de la explotación y mantenimiento de una instalación de depuración de aguas residuales, así como los recursos que se mueven en este tipo de plantas, que en el caso de las de gran tamaño, alcanzan la cifra de varios cientos de millones de pesetas anuales.

7.3.3. *Area de recursos técnicos*

El área de recursos técnicos de una EDAR está integrada fundamentalmente por los siguientes conceptos:

- **Operaciones unitarias**

Una EDAR está conformada por un conjunto de procesos y operaciones unitarias cada una con un fin concreto, que en su conjunto permiten obtener un agua depurada como producto final y unos residuos en las mejores condiciones para su evacuación.

Cada una de las operaciones unitarias está formada por uno o varios equipos principales, así como por un conjunto de equipos auxiliares sobre los que el operador o el sistema de control automatizado debe actuar, adaptándolos en cada momento a las necesidades de la operación.

Como cualquier proceso físico, químico o biológico, en determinados momentos surgen problemas de operación ocasionados por una mala maniobra (fallo humano), por avería en un equipo (fallo mecánico) o bien por causas ajenas a la planta como

vertidos tóxicos, inhibidores o peligrosos, fallos en la alimentación de energía eléctrica, etc. debiendo el personal técnico de la EDAR obrar en consecuencia para reducir el problema a un mínimo, evitar los impactos ambientales en el entorno y volver a poner la planta a pleno rendimiento.

Control analítico

Para un perfecto control de la operación, es imprescindible el conocer una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos, no solamente en el agua de alimentación global de la EDAR, sino en diferentes puntos de la instalación, de tal forma que permitan mantener los parámetros de proceso dentro del rango previsto, así como conocer de forma inmediata el equipo, unidad o proceso que no obtiene el rendimiento preciso y que está afectando al global de toda la instalación.

Estos controles son de gran importancia sobre todo en los procesos biológicos, debido a los amplios tiempos de recuperación que precisan (días).

Para llevar a cabo estos controles, las plantas requieren unos medios técnicos importantes, que se traducen en unos laboratorios con unas elevadas dotaciones de instrumentos, materiales y reactivos. En instalaciones medianas y pequeñas, una parte de los análisis se llevan a cabo en laboratorios exteriores.

Mantenimiento y conservación

Las operaciones de mantenimiento y conservación de equipos, materiales e instalaciones en general son críticas para llevar a cabo una correcta operación, así como para alargar la vida de la instalación, lo que representa menores costes de amortización de los mismos.

El area de recursos técnicos, para este fin dispone de los talleres mecánico, eléctrico e instrumental preciso, en funcion del tamaño de la planta. En aquellos casos que por el tamaño de la misma no sea rentable, se precisará la colaboración externa de este servicio.

Igualmente y dentro de mantenimiento, se encuentra el almacén de repuestos y fungibles, de tal forma que no sea preciso tener un equipo fuera de servicio esperando la llegada de los repuestos del exterior.

Automatización

Dependiendo del tamaño de las plantas, así va a ser el grado de automatización de las mismas, llegando en las de gran tamaño a disponer de sistemas de control distribuido, al igual que otros tipos de instalaciones industriales.

Debe considerarse que un grado de automatización importante no significa la desaparición de operadores, sino el hacerles su labor más técnica, conociendo mejor las diferentes variables que intervienen en el proceso y en tiempo real, lo que va a repercutir en poder tomar acciones más rápida y eficazmente y en consecuencia una mejora en la marcha de la instalación.

Informática

Una planta depuradora genera a lo largo del tiempo una gran cantidad de datos de las variables de operación y resultados analíticos, que mediante la gestión informatizada de los mismos, va a suponer un conocimiento de la instalación, una detección de las relaciones causa-efecto de los problemas surgidos y una fuente de información, como herramienta de formación del personal sobre las condiciones óptimas de los procesos.

Igualmente, la aplicación de la gestión informática en mantenimiento para conocer las operaciones a ejecutar, la evolución de los equipos en el tiempo, el control de las reparaciones y stocks de repuestos y fungibles, etc., va a hacer posible una mejora importante del servicio.

La utilización de medios informáticos en la gestión económica, de personal, administración es de sobra conocida.

Servicios Generales

El área técnica se completa con los Servicios Generales que componen la EDAR, que pueden ser tan variados como producción de energía térmica o eléctrica a partir de biogás, ablandamiento de agua, generación de vapor, pintura y conservación, jardinería, servicio de guardería y vigilancia, zonas de descanso, aseo del personal, botiquín y material de seguridad para las personas e instalaciones, etc.

7.4. Estructura costes explotación y mantenimiento

Los costes originados en la explotación y mantenimiento de una EDAR tienen la siguiente estructura:

- Personal

- Mantenimiento:
 - * Repuestos

 - * Fungibles

- * **Reparaciones externas**

- * **Pintura**

- * **Aceites y grasas**

- * **Jardinería y limpieza**

- **Energía**
 - * **Energía eléctrica**

 - * **Combustible auxiliar calderas**

- **Reactivos químicos**
 - * **Consumibles laboratorio**

 - * **Polielectrolito deshidratación**

 - * **Otros reactivos proceso**

 - * **Coagulantes y floculantes (Si hay proceso físico-químico)**

- **Externos**
 - * **Análisis externos**

 - * **Asistencias técnicas**

- Transportes
 - * Residuos desbaste
 - * Arenas
 - * Fangos deshidratados
 - * Otros

- Gastos generales
 - * Material oficina
 - * Seguros
 - * Revisiones médicas
 - * Comunicaciones
 - * Agua potable
 - * Imprevistos

- Formación personal

- Amortización

Los distintos costes que representan la estructura de costes, se agrupan desde un punto de vista analítico en :

- Costes fijos: Personal, una parte de energía y mantenimiento, gastos generales y amortización.
- Costes variables: Reactivos, transportes, parte de energía y mantenimiento y control.

7.4.1. Personal

El coste del personal preciso para la ejecución del servicio de explotación y mantenimiento incluye las siguientes partidas:

- Salarios
- Horas extras
- Cargas sociales
- Primas por nocturnidad, festivos, así como por trabajos penoso y peligrosidad.

Los costes de personal están sujetos a las condiciones socioeconómicas de la zona, a la demanda de especialistas y a la cualificación de la persona.

7.4.2. *Energía*

Energía eléctrica. El consumo de energía eléctrica varía de acuerdo con el tamaño y procesos utilizados en la depuración.

En plantas pequeñas, utilizando procesos biológicos por oxidación total y/o bien con digestión aerobia de fangos, el consumo puede llegar hasta 0,5 Kwh/m³, o bien 1,1 a 1,3 Kwh/Kg DBO₅ eliminada.

Dentro de los diferentes procesos que conforman la EDAR, los procesos de fangos activos pueden llegar a consumir hasta el 50% de la energía de toda la instalación.

En plantas con cogeneración de energía eléctrica a partir del biogás de digestión pueden llegar a obtener entre el 40 y 45% de la energía total consumida, aunque supone un incremento en los costes de mantenimiento y amortización.

El coste de esta partida igualmente va a estar condicionado por el grado de automatización y control de las instalaciones.

El precio de compra de la energía va a depender de la ubicación de la instalación y el tipo tarifario aplicado, variando entre 2,5 y 4,5 pts/m³ de agua depurada.

El consumo de combustibles es mínimo ya que su empleo es en calderas para producir la calefacción de los digestores. Esto sólo tiene lugar en la puesta en marcha o tras una parada, pues el resto del tiempo la alimentación será mediante biogás.

7.4.3. Reactivos

Los reactivos utilizados en las EDAR son:

- Polielectrolito en la deshidratación de fangos, con un consumo próximo a 4 Kg por Tm de materia seca filtrada y un coste del producto entre 600 y 700 pts/Kg.
- Reactivos en procesos físico-químicos. Las plantas con este tipo de tratamiento van a tener un consumo de cal, o bien de cal y cloruro férrico, según el proceso utilizado.

La utilización de un proceso físico-químico incrementa la eliminación de DBO₅ en el tratamiento primario, con lo que se reduce el consumo energético en los procesos biológicos posteriores. Esta disminución del coste se ve compensada por el consumo de reactivos, así como por una mayor producción de fangos.

- Reactivos de laboratorio, cuyo consumo estará en función del número y tipo de determinaciones que se realicen.
- Otros reactivos. En esta partida se incluye el cloro en aquellas EDAR con proceso de desinfección final, antiespumantes, bactericidas, etc. Estos últimos productos son de empleo esporádico.

7.4.4. Externos

Dentro de este capítulo se incluyen principalmente dos conceptos:

- **Análisis de control externo**, este concepto es importante en plantas pequeñas y algunas medianas, que al no disponer de laboratorios propios, ni personal cualificado precisen realizarlos en el exterior.
- **Asistencia Técnica**. Este concepto afecta principalmente a plantas grandes, con procesos y equipos muy complejos, dependiendo así mismo del grado de cualificación de los responsables técnicos de las instalaciones.

En las plantas pequeñas y medianas, a pesar de no disponer de personal muy cualificado, su problemática es menor al tener pocos equipos y sencillos y estar apoyados por su base de mantenimiento.

Estos costos pueden alcanzar el 5-6% de los costes totales directos.

7.4.5. *Mantenimiento y conservación*

Los costes de mantenimiento y conservación de una EDAR van a depender del tamaño de la planta y equipos y materiales existentes, incrementándose a lo largo del tiempo, a medida que van envejeciendo los equipos.

El coste por este concepto, en instalaciones nuevas, oscila entre el 3 y 6% del coste total instalado.

7.4.6. *Transporte*

Una EDAR va a generar fundamentalmente tres tipos de residuos que hay que evacuar de las instalaciones:

- Basuras y sólidos retenidos en desbaste.
- Arenas
- Fangos deshidratados.

Las basuras y sólidos retenidos en las rejillas tienen una composición próxima a una basura de tipo urbano (excepto en la humedad), y generalmente son evacuados de la depuradora por el Servicio Municipal de recogida de basuras y enviados a vertedero, sin coste para la instalación, al tratarse de unas instalaciones igualmente municipales.

Las arenas son materiales inorgánicos, totalmente estables cuyo destino final suele ser a escombreras.

Para los fangos deshidratados producidos por la EDAR, su destino final puede ser desde vertedero, aplicación agrícola directa u obtención de compost. El volumen de los mismos es elevado y va a depender del proceso de deshidratación utilizado (generalmente entre el 25 y 30% de sequedad).

Para una planta con una capacidad de tratamiento de 100.000 m³/d generalmente este es un servicio subcontratado, oscilando el precio de evacuación entre 1000 y 1500 pts/m³, dependiendo del destino final, así como de la distancia del mismo.

7.4.7. Gastos Generales y Formación de Personal

Incluyen todos los gastos correspondientes a administración, gestión de la EDAR, material de oficina, seguros, servicio médico, etc, no teniendo un peso específico importante en el costo total de la explotación.

Los gastos de formación de personal suelen ser muy bajos y corresponden fundamentalmente a asistencia a cursos y conferencias del personal técnico responsable de las instalaciones.

7.4.8. Amortización

Al ser las EDAR construidas con fondos procedentes fundamentalmente de los presupuestos de la Junta de Castilla y León, así como del MOPTMA, en este tipo de instalaciones, en lugar de tratarse de una amortización de la inversión, es una renovación de la instalación, de forma que se mantenga a lo largo del tiempo operativa, sustituyendo aquellos equipos y elementos que han consumido su vida útil.

Durante el primer año de operación, la instalación está totalmente nueva y aquellos equipos que sufren algún tipo de avería importante se encuentran cubiertos por la garantía del fabricante.

Las necesidades de renovación van a venir marcadas por el tipo de máquina, la calidad de la primera instalación y el tiempo transcurrido desde su entrada en servicio. En la tabla VII.1, se encuentran recogidos los datos de vida útil y participación en el coste total de la instalación de los diferentes procesos que intervienen en una EDAR.

Del estudio de la mencionada tabla se obtiene que la vida útil de los equipos oscila entre 5 y 15 años y la obra civil entre 20 y 30 años, lo que supone un coste anual de renovación para los equipos mecánicos del orden del 5-6% del coste total de primera instalación y que se reduce a un 2-3% para la obra civil, lo que supone aproximadamente un 5% sobre el coste actualizado de la primera instalación.

7.4.9. Resumen de la estructura de costes de explotación y mantenimiento de una EDAR

El coste de explotación y mantenimiento de una EDAR, incluyendo reposición de los diferentes elementos de la misma a lo largo del tiempo, se evalúa entre un 10-15% para instalaciones medianas y grandes. En plantas pequeñas mediante tratamientos blandos, estos porcentajes disminuyen de forma importante.

En la tabla VII.2, se recoge la distribución de los costes de explotación y mantenimiento para diferentes tamaños de una EDAR, distribuidos por conceptos y en la tabla VII.3, se desglosan los costes entre los diferentes procesos unitarios que conforman una EDAR de tamaño mediano-grande.

Como puede comprobarse en la tabla VII. 3, el tratamiento biológico consume casi la tercera parte de los costes de explotación de una EDAR, a los que debe añadirse aproximadamente la mitad de los correspondientes a tratamiento, deshidratación y evacuación de los fangos, lo que supone que este tratamiento supone más del 50% de los costes.

7.4.9. Costos de explotación de una EDAR

Los costes por explotación y mantenimiento de una EDAR en España, según datos manejados por numerosos autores, oscilan entre el 10 y el 15% de la primera inversión, encontrándose incluido en el citado porcentaje el correspondiente a renovación de equipos y unidades.

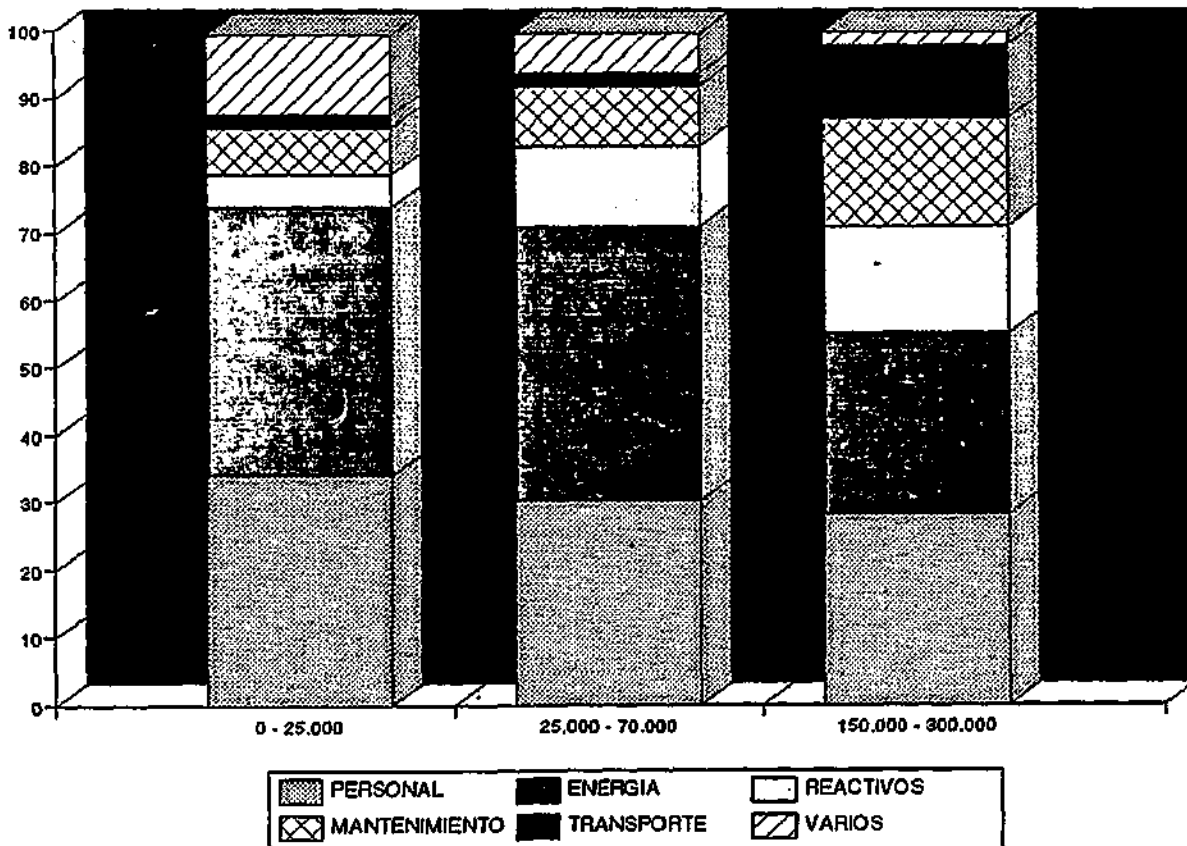
Este valor está en línea con los conocidos de otros países de la OCDE, e inferiores a los aportados por la EPA, que pueden llegar hasta un 20%.

TABLA VII.2

**DISTRIBUCION DE LOS COSTES DE EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO DE UNA ED
% DEL COSTE TOTAL**

CONCEPTO COSTES DIRECTOS	HABITANTES - EQUIVALENTES			EDAR COMPLEJA VARIOS TAMAÑOS
	0 - 25.000	25.000 - 70.000	150.000 - 300.000	
PERSONAL	34	30	28	30 - 35
ENERGIA	40	41	27	25 - 30
REACTIVOS	5	12	16	10 - 15
MANTENIMIENTO	7	9	16	12 - 17
TRANSPORTE	2	2	11	5 - 11
VARIOS	12	6	2	2 - 6
COSTES INDIRECTOS (% DE COSTES DIRECTOS)				10 - 15

Fuente: F. Morcillo (Documentación EOI)



**TABLA VII.3
DISTRIBUCION DE LOS COSTES DE EXPLOTACION
Y MANTENIMIENTO POR PROCESOS UNITARIOS**

PROCESO	%
ELEVACION AGUA BRUTA	4 - 8
PRETRATAMIENTO	9 - 11
TRATAMIENTO PRIMARIO	5 - 7
TRATAMIENTO BIOLOGICO	25 - 30
DIGESTION DE FANGOS	17 - 27
SECADO DE FANGOS	20 - 30
DIRECCION Y CONTROL	5 - 7
TOTAL	100

Fuente: F. Morcillo (Documentación EOI)

En la Tabla VII.4, se encuentran recogidos los datos de los costes de explotación y mantenimiento, correspondientes a 1405 plantas depuradoras, desglosadas en cinco escalas de tamaño (no se han incluido fosas sépticas, tanques Imhoff, filtros verdes, etc, correspondientes a núcleos de población bajos), comprobándose que el coste del m³ de agua tratada varía desde 19,6 pts/m³ máximo para las plantas menores de 20.000 habitantes equivalentes, con un valor medio de 12,5 pts/m³. En los precios indicados anteriormente, no están incluidos los gastos financieros, ni la amortización o renovación correspondientes a las infraestructuras de saneamiento y depuración.

Es evidente, debido a la economía de escala, que el mayor coste de depuración lo soportan las instalaciones situadas en poblaciones menores de 20.000 habitantes, con un coste de depuración casi tres veces superior a las poblaciones mayores de 500.000 habitantes. Desde un punto de vista recaudatorio a través del canon de saneamiento, la importancia es relativa, al afectar a un sector de la población relativamente reducido.

Los costes de explotación y mantenimiento previstos por el Plan Regional de Saneamiento referidos a la primera inversión, son los siguientes:

Emisarios	2 %
Poblaciones con más de 50.000 h-e	4,5 %
Poblaciones comprendidas entre 50.000 y 20.000 h-e	4%
Poblaciones con menos de 20.000 h-e	5 %

Aunque en los porcentajes indicados anteriormente no estén incluidos los gastos financieros ni de reposición de instalaciones, en principio parecen algo bajos de acuerdo con las informaciones referidas con anterioridad.

**TABLA VII.4
COSTES DE EXPLOTACION DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS
RESIDUALES EN FUNCION DEL TAMAÑO DE LA POBLACION**

TAMAÑO POBLACION h-e	Nº EDAR	POBLACION TOTAL	CAUDAL m3/d	COSTE Pts/m3
P > 500.000	14	14.275.403	4.397.585	7,2
100.00 < P < 500.000	97	19.338.163	5.121.320	13,0
50.000 < P < 100.000	86	5.791.482	1.602.426	16,7
20.000 < P < 50.000	138	3.893.170	962.588	18,1
P < 20.000	1.070	4.776.385	1.188.783	19,6
TOTALES	1.405	48.776.385	13.272.701	12,5

Fuente: Tecno Ambiente Nº 54, Julio 1995.

Una dotación insuficiente para la explotación y mantenimiento, va a incidir de forma importante sobre los costes variables de la depuradora llevando aparejado una pérdida del fin último de las instalaciones, o lo que es lo mismo de la calidad del vertido. De aquí que el disponer de un personal técnicamente cualificado y responsable se convierte en un elemento clave que garantice el buen funcionamiento de las instalaciones que le han sido encomendadas.

7.5. Gestión de subproductos y residuos

En la operación de una estación depuradora de aguas residuales urbanas, se obtienen una serie de residuos y subproductos que es preciso gestionar adecuadamente, con el fin de no crear problemas ambientales en su destino final.

7.5.1. Sólidos de gran tamaño y/o basuras

Con el agua residual, debido a utilizarse de forma generalizada redes de colectores unitarios (recogen las aguas sanitarias junto con las de lluvia), llegan a la EDAR elementos de gran tamaño, como trapos, palos, plásticos, botellas, etc, que es preciso eliminar en cabeza de tratamiento para evitar problemas mecánicos en las instalaciones, así como obstrucciones en las conducciones, llevándose a cabo esta operación en el proceso de desbaste mediante rejillas.

Todo el conjunto de elementos separados en el desbaste es acumulado generalmente en contenedores tipo municipales de 800-900 l y su composición es similar a las basuras, de manera que pueden ser evacuados de la EDAR a través del sistema municipal de recogida de basuras siendo su destino final el vertedero.

El volumen retirado en las instalaciones es muy variable, pudiendo estimarse entre 4 y 6 m³ de basuras por cada 100.000 m³ de agua tratada.

Debido a tratarse de basuras con un grado de humedad importante, es preciso su evacuación de la EDAR de forma diaria, sobre todo en verano, para evitar su fermentación y en consecuencia la presencia de olores.

En algunas EDAR estas basuras se prensan previamente a su evacuación, con el fin de disminuir su volumen.

7.5.2. *Arenas*

Bajo el nombre genérico de arenas se incluyen todos los sólidos en suspensión de densidad superior a 2,5 y tamaño de partícula mayor de 0,2 mm.

Todos los compuestos que cumplen la primera condición son materiales inorgánicos, y por lo tanto totalmente estables.

Dentro de la denominación indicada anteriormente se encuentra fundamentalmente arena, así como pequeños objetos metálicos, escorias, cáscaras de huevo, etc.

En el proceso de desarenación se procura que la arena tenga un contenido mínimo de materia orgánica, bien en la misma eliminación o a través de un lavado posterior, lo que permite su deposición final en escombrera.

La cantidad de arena separada en una EDAR varía de forma importante de unas plantas a otras, e incluso para una misma instalación entre periodos secos y de lluvia. Como valor medido se puede considerar entre 5 y 15 litros/habitante equivalente y año.

7.5.3. *Fangos*

La mayor producción de subproductos en una EDAR son los denominados fangos deshidratados, obtenidos en los procesos de decantación primaria y en el sistema biológico.

En un agua residual urbana media, con red de colectores unitaria, los sólidos en suspensión presentes se estiman en 90 gramos/habitante y día, separándose aproximadamente el 65% de los mismos en la decantación primaria.

Igualmente, en el agua de aportación se encuentran 75 gramos/habitante y día que a través de los procesos biológicos se van a transformar en biomasa que son separados del agua residual en forma de sólidos, a través del proceso de decantación secundaria.

Los sólidos formados en los procesos biológicos pueden determinarse a partir de la fórmula de Huisken.

$$\text{Kg fangos/día} = 1,2 * \text{Kg DBO eliminado/día} * \text{CM}^{0,23}$$

siendo CM la carga másica del sistema.

En los procesos de aireación prolongada la carga másica utilizada varía entre 0,15 y 0,05, lo que supone la obtención de aproximadamente 0,5 -0,6 Kg de sólidos/kg de DBO eliminado en los procesos convencionales, al trabajar con unos valores del mencionado parámetro más elevados (0,3-0,4), los sólidos obtenidos varían entre 0,9 y 1,0 Kg sólidos/Kg de DBO eliminado.

De acuerdo con el sistema de estabilización de fangos utilizado (aerobio, anaerobio), la destrucción de la fracción volátil de los sólidos presentes es de un 40-50%.

De acuerdo con lo anteriormente indicado, y para una deshidratación entre el 25 y 30%, el volumen diario de fangos a evacuar se puede estimar entre 50 y 60 Tm/día, para una EDAR con una capacidad de tratamiento de 100.000 m³/día.

La Directiva 91/271/CEE, determina la reutilización importante de los mismos en el año horizonte de aplicación de la misma.

La única aplicación posible de estos fangos es en agricultura o bien en parques y jardines. Es de destacar que la presencia de aguas industriales en las EDAR con contaminación de metales pesados a éstos concentrados por bioacumulación en la biomasa, puede llevar consigo la inutilización de los fangos para este fin.

En plantas de pequeño tamaño, los fangos deshidratados obtenidos son retirados directamente de la EDAR por agricultores locales para su empleo directo en agricultura, lo que no supone coste de evacuación de este producto para la EDAR.

En plantas de tamaño medio-grande el volumen de fangos generado es importante, siendo su destino final principalmente a compostaje o a vertedero municipal, suponiendo un costo para la EDAR en ambos casos, entre 1000 y 1500 pts/Tm evacuada.

El compostaje consiste básicamente en una desecación de los lodos sobre el terreno, mezclándolos en determinadas ocasiones con residuos agrícolas o forestales, fermentación y ensecado.

La composición química de este producto, como puede comprobarse en la tabla VII.5, es superior a los diferentes tipos de estiércol habituales, pero su comercialización por diferentes motivos es difícil. El precio de venta actual es de 700-800 pts/Tm en la planta y próximo a 2.000 pts/Tm en el destino final.

En la tabla VII.6, se recoge el destino final actual de los fangos de las EDAR, tanto en España, como en países de nuestro entorno.

7.5.4. *Biogás*

En todas las plantas medianas y grandes, la estabilización de fangos se lleva a cabo de forma generalizada mediante procesos de digestión anaerobia.

En este tipo de procesos, se obtiene como subproducto el denominado biogás, con una concentración en metano entre el 65-70%, lo que le confiere un poder calorífico entre 5.000 y 5.500 Kilocalorías por m³ de gas, siendo la producción teórica del orden de 900 litros por kilo de materia volátil destruida en el digestor.

Los procesos biológicos anaerobios se caracterizan por una velocidad de reacción muy lenta, lo que presupone unos elevados tiempos de retención y en consecuencia un volumen importante de los digestores. Como es bien conocido, la velocidad de reacción de los procesos biológicos aumenta notablemente con la temperatura, de tal forma que por cada 10°C de aumento de temperatura, la velocidad de reacción aproximadamente se duplica, con un límite superior de trabajo de 40°C.

Debido a que el biogás producido, tiene un poder calorífico elevado, generalmente se quema en calderas, con el fin de obtener el calor preciso para mantener elevada la temperatura de los digestores (35-38°C) y optimizar por tanto la velocidad de reacción.

**TABLA VII.5
COMPOSICION TIPICA DEL COMPOSTAJE Y DIFERENTES
TIPOS DE ESTIERCOL**

TIPO	HUMEDAD %	N2 %	P2O5 %	K2O %
COMPOSTAJE	30	3,5-4,0	0,3-3,0	0,5-1,8
ESTIERCOL BOBINO	75	0,35	0,20-0,25	0,12
ESTIERCOL CABALLAR	75	0,50	0,25-0,30	0,30
ESTIERCOL PORCINO	82	0,67	0,55-0,60	0,45

Fuente: Elaboración propia.

TABLA VII.6
DESTINO FINAL DE LOS FANGOS DE LAS EDAR EN DIFERENTES
PAISES (1989)

PAIS	AGRICOLA %	VERTEDER %	MAR %	INCINER. %	OTROS %
ESPAÑA (1989)	44	29,5	14	4,2	8,3
EEUU	42	15	4	27	12
ALEMANIA	45	43	2	8	2
REINO UNIDO	45	29	23	3	-
BELGICA	10	80	-	10	-
LUXEMBURGO	90	10	-	-	-
FRANCIA	23	46	-	31	-
IRLANDA	4	51	45	-	-
HOLANDA	54	30	13	3	-
ITALIA	20	60	-	-	20

Fuente: F. Morcillo

Como la producción de gas no es constante, es preciso disponer de un gasómetro para su acumulación y regulación.

Teniendo en cuenta el volumen de gas obtenido, el poder calorífico del mismo y la cantidad de calor preciso para mantener la temperatura de los digestores, las EDAR son autosuficientes, e incluso se precisa disponer de antorchas con el fin de quemar los excesos de gas producidos.

En zonas frías puede ser preciso el aislamiento térmico de los digestores.

En plantas de gran tamaño, debido a los altos costes de la energía y al contar con personal muy cualificado, el gas puede ser quemado en motores de combustión interna acoplados a un generador eléctrico, de tal forma que se obtiene entre el 40 y 45% de la energía eléctrica precisa en la EDAR, siendo la energía eléctrica junto con el personal el coste más importante en la explotación de las plantas.

Debido a la estructura de costes de la energía eléctrica (horas punta, llano y valle), es fundamental disponer de capacidad de almacenamiento suficiente para acumular el gas en las horas de energía barata (valle) y producir la mayor energía eléctrica en horas de precio elevado (puntas), que con una buena gestión de producción, puede llevar a un ahorro económico entre el 50 y el 60%.

En aquellos casos en que la EDAR disponga de motogeneradores es imprescindible la recuperación del calor de los gases de escape de combustión y de los circuitos de refrigeración, con el fin de calentar los digestores con este calor residual. Al igual que en el caso de combustión del biogás en calderas, el calor recuperado es suficiente para mantener la temperatura de los digestores en el rango apropiado.

7.6. Sistema de Gestión integral del agua residual

El fin último de una EDAR es obtener un agua depurada de una calidad de acuerdo con las características del proyecto que dio origen a su posterior construcción, para lo que es precisa una correcta y eficaz gestión, que justifique las elevadas inversiones que se realizan, no sólo en la construcción, sino también en la explotación y mantenimiento de la planta.

Las EDAR generalmente se diseñan para el tratamiento de aguas sanitarias urbanas, pero con mucha frecuencia a los colectores se conectan vertidos de industrias con composiciones y caudales muy variables que pueden afectar de forma muy importante al buen funcionamiento de las instalaciones de depuración. Estos vertidos, según su composición, pueden ocasionar graves problemas a la red de colectores.

Por otra parte, en la EDAR se genera, además del efluente final tratado, una serie de subproductos como son: residuos recuperados en los procesos de desbaste, arenas y elementos de alta densidad separados en los desarenadores, lodos deshidratados, etc, que será preciso evacuar y conducirlos a un destino final adecuado.

De acuerdo con lo anteriormente indicado, parece lógico que la EDAR no pueda ser considerada como un "ente independiente", sino como parte de un sistema más complejo, compuesto básicamente por los siguientes elementos:

- Problemática del agua residual, fundamentalmente de los vertidos industriales.
- Control eficaz de los vertidos a la red.
- Soporte legislativo de vertidos a colectores, en forma de ordenanza municipal.

- EDAR o sistema de depuración del agua.
- Cauce receptor del producto final o agua depurada.
- Destino final de los subproductos originados en la EDAR.
- Posibilidad de reutilización del agua tratada.

El disponer de un sistema de gestión integral es un elemento fundamental para conseguir un óptimo resultado de los recursos puestos al servicio del tratamiento y depuración de las aguas residuales generadas por una ciudad, consiguiendo reducir a un mínimo el impacto producido en el entorno, optimizando las inversiones y evitando disparidades de criterio entre los diferentes sectores involucrados.

La gestión de un plan de saneamiento requiere:

- Marco de actuación que defina el entorno geográfico donde se va a administrar el plan.
- Ente gestor, que constituya la autoridad única sobre el total de los recursos, con unificación de criterios y objetivos sobre todos los medios disponibles.
- Concepción global del sistema, que contemple el vertido, transporte (colectores), depuración y envío al cauce receptor.
- Soporte económico - financiero para respaldar la realización de todas actividades del sistema.

- Reglamentación y legislación apropiadas que dé el marco legal preciso para llevar a cabo su cometido, salvaguardando los derechos de terceros.
- Desarrollo tecnológico.
- Innovación e investigación.

Las áreas o campos de actividad involucrados en un sistema de gestión integral de saneamiento serían:

- Control de los vertidos especiales e industriales, con el fin de conocer:
 - * Presencia de vertidos industriales.
 - * Control de caudales y composición de los mismos.
 - * Problemática que presenta para la EDAR.
 - * Necesidades de pretratamiento en la industria antes del vertido al colector, con el fin de salvaguardar la integridad de los procesos de depuración.
 - * Asignación del canon de saneamiento a aplicar en cada caso, en función del caudal y composición de las aguas vertidas.
- Mantenimiento y conservación de la red de colectores.
- Mantenimiento y explotación de las estaciones de bombeo y depuración de las aguas residuales.

- Vertido al cauce público o reutilización de las aguas tratadas.
- Gestión de los residuos generados, con aprovechamiento de una parte de los mismos (fangos deshidratados).

De acuerdo con la Ley de Bases de Régimen Local, el responsable del saneamiento y en consecuencia, del sistema de Gestión, es el Ayuntamiento, disponiendo del servicio correspondiente o delegando en empresas municipales.

En algunos casos, y con el fin de completar el ciclo del agua, el ente gestor del sistema de saneamiento es el mismo que el del suministro (captación, tratamiento y distribución), con lo que la obtención de recursos a través del recibo del agua potable, la optimización de medios humanos y materiales, así como un conocimiento global de toda la problemática de este bien común, que es el agua, optimiza todo el sistema.

Un ejemplo de esta forma de actuación y con un marco geográfico regional, se encuentra en el canal de Isabel II, dependiente de la Comunidad Autónoma de Madrid y que es el responsable tanto del suministro de agua potable a todos los núcleos urbanos de la región, como del tratamiento de las aguas residuales sanitarias generadas.

CAPITULO VIII

**NECESIDADES DE PERSONAL EN LA EXPLOTACION Y
MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS
DE AGUAS RESIDUALES**

CAPITULO VIII: NECESIDADES DE PERSONAL EN LA EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

El tipo de empleo estable más importante que se va a generar por la aplicación de la directiva 91/271/ CEE, en la Comunidad de Castilla y León, así como el que va a requerir mayor esfuerzo en la formación del personal, al tratarse de una actividad muy específica con necesidad de profesionales perfectamente capacitados, va a ser el de personal de explotación y mantenimiento de las depuradoras. En este capítulo se van a estudiar exclusivamente estas necesidades.

Entre las dificultades que entraña la cuantificación de las necesidades de personal que supondría la puesta en servicio de todas las acciones previstas en el Plan Regional de Saneamiento, así como su cualificación, están las siguientes:

- Falta de experiencia previa significativa de estas actividades en la Región Castellano Leonesa.
- Existencia de datos y referencias a nivel nacional de diferentes instalaciones, que en muchos casos son incompletos o contradictorios
- Dificultades de disponer de los recursos económicos precisos en el pasado para la explotación y mantenimiento de las depuradoras, lo que llevaba a reducir el número de personas en las instalaciones, así como sus cualificaciones técnicas.

- . Bajo control de la Administración en el pasado sobre la calidad del servicio de explotación y mantenimiento contratado, lo que originaba el empleo de menos personal y de baja cualificación, sobre todo en instalaciones medias o pequeñas.

- Utilización de tecnologías o procesos no adecuados, o bien calidades y materiales inapropiados y de calidad insuficiente en las instalaciones.

Una legislación más adecuada y restrictiva, una mentalización importante por parte de las diferentes Administraciones, unos cauces de generación de recursos a través de los cánones de vertido y saneamiento, así como una mayor presión social, obliga a que las plantas depuradoras deban alcanzar los fines para los cuales fueron ejecutadas. En consecuencia, precisan de una explotación y un mantenimiento adecuados, de manera análoga a cualquier instalación de tipo industrial. La experiencia a nivel nacional en otras regiones donde los planes de depuración y saneamiento se encuentran en fases de desarrollo importante, muestran el gran avance experimentado en estas actividades así como una gran mejora en el servicio de las EDAR actuando como auténticas fábricas industriales (en este caso de agua limpia), alcanzando unos rendimientos y un grado de operatividad similar a cualquier otra actividad.

Para llevar a cabo el estudio se han dividido las plantas en función de su capacidad de tratamiento, basada en la población equivalente que tratan y en la dotación prevista en el Plan Regional de Saneamiento .

8.1. Plantas para núcleos de población menores de 2.000 he.

Este tipo de instalaciones está previsto llevarlas a cabo en áreas de interés especial de la Comunidad, en número de 120 actuaciones, encontrándose situadas en zonas como Gredos, Picos de Europa, Lago de Sanabria, etc.

Debido a tratarse de instalaciones muy pequeñas en su mayoría, el sistema previsto es el de fosas sépticas, tanques tipo Imhoff (para plantas hasta 500 h-e) y pequeños lagunajes o filtros verdes, para las de mayor tamaño dentro de este segmento de población equivalente.

Tanto las fosas sépticas como los tanques Imhoff son recipientes de unas características determinadas, en los cuales tiene lugar una separación de los sólidos en suspensión que posteriormente se degradan anaeróbicamente, así como una cierta degradación de la materia orgánica disuelta. Requieren exclusivamente unas limpiezas periódicas, generalmente anuales, por lo que no van a dar lugar a una creación empleo significativa.

En el caso del lagunaje o de los filtros verdes, la mano de obra que necesitan es mínima: en limpiezas periódicas, eliminación de flotables, o variación de las zonas de distribución de las aguas residuales, labor que será llevada a cabo por alguna persona del municipio con una dedicación parcial mínima, y que en consecuencia no va a generar puestos de trabajo fijos. -

La utilización de estos sistemas de tratamiento, aunque sin un rendimiento demasiado bueno, se considera suficiente en estos pequeños núcleos rurales, al tratarse de vertidos de bajo caudal que podrán ser fácilmente asimilados por el cauce receptor.

Los costes de explotación y mantenimiento de estas instalaciones van a ser mínimos, como no podía ser de otra forma en unos núcleos de población tan bajos.

8.2. Plantas para poblaciones comprendidas entre 2.000 y 5.000 h-e

Los procesos previstos para este tipo de poblaciones son los denominados tratamientos blandos, como lagunajes naturales, biodiscos, lechos de turba, etc., complementados con rejillas de desbaste, para la eliminación de sólidos en suspensión de gran tamaño, y canales de desarenado.

Para plantas pequeñas y con tecnologías blandas, la EPA da la siguiente fórmula empírica para determinar el número de operadores en función del caudal de tratamiento (Tabla VIII.1):

$$\text{N}^{\circ} \text{ OPERADORES} = 1,19 * Q + 2,59$$

En esta fórmula, el caudal viene expresado en millones de galones por día (1 galón = 3,79 l).

Para mayor facilidad de trabajo, la mencionada expresión se ha transformado en la siguiente (Tabla VIII.2):

$$\text{N}^{\circ} \text{ OPERADORES} = 0,000314 * \text{Dot} * \text{h-e} / 1.000 + 2,59$$

En la cual el número de operadores se relaciona con la dotación, expresada en litros por habitante equivalente y día, y el número de habitantes equivalentes, dos parámetros muy utilizados en nuestro país y que se usan de forma habitual en el diseño de estaciones depuradoras.

TABLA VIII.1 NUMERO DE OPERADORES EN FUNCION DEL CAUDAL	
TIPO DE TRATAMIENTO	Nº DE PERSONAS
PRIMARIO	$0,9*Q + 3,25$
PROCESOS BLANDOS	$1,19*Q + 2,59$
LODOS ACTIVOS	$1,94*Q + 2,38$
TERCIARIO	$1,96*Q + 5,48$
Q en MGD g = 3,785 l	
Fuente: Manegement of small to medium sized municipal wastewater plants. EPA	

TABLA VIII.2 NUMERO DE OPERADORES EN FUNCION DEL CAUDAL	
TIPO DE TRATAMIENTO	Nº DE PERSONAS
PRIMARIO	$0,000238*Dot*Hab/1000 + 3,25$
PROCESOS BLANDOS	$0,000314*Dot*Hab/1000 + 2,59$
LODOS ACTIVOS	$0,000513*Dot*Hab/1000 + 2,38$
TERCIARIO	$0,000518*Dot*Hab/1000 + 5,48$
Fuente: Manegement of small to medium sized municipal wastewater plants. EPA	

Hay que indicar que la dotación corresponde con el agua de aportación del municipio y que una parte de la misma no llegará a la planta por pérdidas en colectores, evaporaciones en su uso, riegos, etc. De forma generalizada el agua de aportación se supone que es la que llega a la EDAR, siendo la diferencia con la real un margen de seguridad que se adopta.

La dotación de agua para núcleos del rango de población incluidos en este apartado y de acuerdo con el Plan Regional de Saneamiento es de 150 l/h-e * d.

En la columna (1) de la tabla VIII.3 se recoge el número de personas por planta para el sector de tamaño estudiado, de acuerdo con la fórmula indicada anteriormente, obteniéndose que el número de operarios es en todas ellas de tres. Este valor viene determinado por la constante de la ecuación utilizada, pareciendo en principio un número elevado para el tamaño de la planta.

En informaciones de la Water Pollution Control Federation para plantas de este tamaño, el número de operarios se reduce a dos, mientras que según otras fuentes nacionales el número sería de uno (columnas 2 y 3 de la tabla VIII.3).

De acuerdo con datos obtenidos directamente de algunas plantas operativas de un tamaño como las que se incluyen en este apartado, y para este tipo de procesos el número de personas que forman la plantilla es de dos (columna 4 de la tabla VIII.3).

Por otra parte, no parece aconsejable la presencia de una sola persona en este tipo de instalaciones aunque sólo sea por motivos de seguridad.

TABLA VIII.3

NECESIDADES DE PERSONAL EN EDAR DE 1.000 A 5.000 h-e. (TRATAMIENTOS BLANDOS)

POBLACION	DOTACION	m3/d	TIPO PROCESO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.000	150	150	BLANDOS	3				2
2.000	150	300	BLANDOS	3	2	1	2	2
3.000	150	450	BLANDOS	3			2	2
4.000	150	600	BLANDOS	3			2	3
5.000	150	750	BLANDOS	3		1		3

Fuente: (1) EPA Management of small to medium sized municipal wastewater plants. (2) Water Pollution Control Federation
 (3) F. Morcillo (4): Datos propios.

De acuerdo con todo lo anteriormente indicado, se ha supuesto que en este rango de capacidad de tratamiento, el número de operadores de la estación depuradora será de dos en las muy pequeñas y tres en las de mayor tamaño (columna 5 de la tabla VIII.3).

En cuanto a su cualificación profesional y de acuerdo con los datos obtenidos directamente, sería de uno o dos operarios con formación profesional, y el otro no cualificado.

El operador con formación profesional sería el encargado o responsable de las instalaciones, así como de la toma de muestras y su preparación para el envío a un laboratorio exterior para su análisis; control de los caudales que llegan a la instalación y demás controles que sea preciso realizar, actuando el operador no cualificado como ayudante.

Excepto en aquellos casos en que la explotación y mantenimiento de las instalaciones sea llevada directamente por el municipio, las plantas son explotadas por compañías especializadas en estas actividades, que disponen de equipos o unidades móviles para dar servicio de mantenimiento a estas instalaciones en el caso de requerir operaciones que no puedan ser llevadas a cabo por los operadores de presencia continuada.

En la tabla VIII.3 se encuentran recogidos todos los datos indicados con anterioridad.

8.3. Plantas para poblaciones comprendidas entre 5.000 y 20.000 h-e.

Para este segmento de población, en el Plan Regional de Saneamiento se contemplan los siguientes tipos de tratamiento:

- Hasta 10.000 h-e; aireación prolongada o lagunaje aireado. Este proceso obtiene los rendimientos requeridos en cuanto a eliminación de contaminantes, penalizando el consumo energético en beneficio de la obtención de una cantidad mínima de fangos y además muy mineralizados.
- Hasta 20.000 h-e; canales de oxidación.
- Desde 7.000 h-e hasta 20.000 h-e; filtros percoladores con o sin recirculación, con decantación primaria.
- Desde 10.000 h-e; lodos activos convencionales en cualquiera de sus variantes, con tratamiento primario.

Debido a la cantidad de fangos formados y al no estar mineralizados, es preciso disponer de un proceso de estabilización de los mismos así como de deshidratación .

En todos los casos indicados con anterioridad, las instalaciones dispondrán como mínimo de desbaste mediante rejillas y desarenación, antes de los procesos mencionados.

Para determinar el número de operadores precisos, se ha partido en primer lugar de la siguiente fórmula empírica indicada por la EPA para plantas depuradoras con procesos de fangos activos (tabla VIII.1):

$$N^{\circ} \text{ OPERADORES} = 1,94 * Q + 2,38$$

En la cual el caudal viene expresado en millones de galones por día.

La fórmula anteriormente indicada puede ser transformada en la siguiente (Tabla VIII.2):

$$N^{\circ} \text{ OPERADORES} = 0,000513 * \text{Dot} * \text{h-e} / 1.000 + 2,38$$

En la cual el número de operadores se relaciona con la dotación, expresada en litros por habitante equivalente y día, y el número de habitantes equivalentes.

La dotación de agua para núcleos del rango de población incluidos en este apartado, de acuerdo con el Plan Regional de Saneamiento es de 250 l/h-e * d.

En la columna (1) de la tabla VIII.4 se recoge el número de personas necesario por planta para diferentes tamaños, entre 5.000 y 20.000 h-e obtenidos por aplicación de la fórmula anteriormente indicada. En este caso, el personal preciso varía de tres a cinco.

Según los datos aportados en la documentación de F. Morcillo en los cursos de la EOI, el número de operadores es de 1,95 por Hm³ y año. De acuerdo con esto, el personal preciso se encuentra recogido en la columna (2) de la tabla VIII.4. En este caso, el número de operarios para plantas entre 15.000 y 20.000 h-e es ligeramente inferior a los obtenidos por aplicación de la fórmula de la EPA.

Igualmente, y a partir de datos aportados por el mismo autor, en la columna (4) de la mencionada tabla se recogen las necesidades de personal precisas para diferentes tamaños de instalaciones dentro de este segmento.

TABLA VIII.4
NECESIDADES DE PERSONAL EN EDAR DE 5.000 A 20.000 h-e.

POBLACION	DOTACION	m3/d	TIPO PROCESO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5.000	250	1.250	LODOS ACTIVOS	3		2	2	3
7.500	250	1.875	LODOS ACTIVOS	3	2	2		3
10.000	250	2.500	LODOS ACTIVOS	3		3		3
12.500	250	3.125	LODOS ACTIVOS	4		3		4
15.000	250	3.750	LODOS ACTIVOS	4	3	4	3	4
17.500	250	4.375	LODOS ACTIVOS	5	4	4		5
20.000	250	5.000	LODOS ACTIVOS	5	4	5	6	5

Fuente: (1) EPA Manegement of small to medium sized municipal wastewater plants. (2) Water Pollution Control Federation.
 (3) F. Mórillo (4): Datos propios.

En la columna (3) de esta tabla, se han determinado las necesidades de personal considerando que para plantas de este segmento son de 70 operadores por cada m³/s de caudal tratado.

En la misma tabla VIII.4 en la columna (5) se recoge el número de personas medio estimado de acuerdo con las columnas anteriores.

La distribución de funciones según el número de operadores y la cualificación de los mismos en este sector, es la que se indica a continuación:

Plantas con tres operadores:

* Encargado de planta y responsable de la misma, con nivel de formación profesional.

* Operadores de planta con misiones de explotación y mantenimiento, con nivel de formación profesional, especializado uno de ellos en electricidad y el otro en mecánica.

Plantas con cuatro operadores:

* Encargado de planta y responsable de la misma, con nivel de formación profesional.

* Dos operadores de planta con misiones de explotación y mantenimiento, con nivel de formación profesional, especializado uno de ellos en electricidad y el otro en mecánica.

- * Un operador que actuaría como ayudante de los dos anteriores. Sería aconsejable formación profesional, aunque no imprescindible.

Plantas con cinco operadores:

- * Jefe de planta y responsable de la misma, a nivel de técnico de grado medio, asimilando las funciones de control del laboratorio.
- * Encargado de planta con formación profesional.
- * Dos operadores de planta con misiones de explotación y mantenimiento, con formación profesional, especializado uno de ellos en electricidad y el otro en mecánica.
- * Un operador que actuaría como ayudante de los dos anteriores. Sería aconsejable con formación profesional, aunque no imprescindible.

Como ya se indicó en el apartado anterior, la mayor parte de estas instalaciones van a ser explotadas por compañías especializadas, disponiendo de bases más cualificadas desde las que dar servicios especiales a las diferentes plantas de tratamiento. Se ha supuesto, de acuerdo con la experiencia existente, que cada una de las bases puede dar servicio a unas 15 - 20 instalaciones de su zona de influencia (dependiendo del tipo y tamaño de las instalaciones, así como de las distancias y vías de comunicación); estando compuestas cada una de ellas por el siguiente personal, con la cualificación que se indica:

- * Responsable de la base, nivel de técnico de grado medio o superior.
- * Dos analistas de laboratorio, nivel de formación profesional.

- * Un mecánico, nivel de formación profesional.
- * Un electricista, nivel de formación profesional.
- * Un instrumentista, nivel de técnico de grado medio o formación profesional, dependiendo del tamaño de las instalaciones y grado de automatización de las mismas.
- * Dos ayudantes, nivel de formación profesional, aunque no imprescindible.
- * Administrativo a nivel de formación profesional.

En cada una de las bases se dispondrá de los equipos de taller y repuestos imprescindibles para llevar a cabo las operaciones de reparación necesarias, así como de un pequeño laboratorio que complemente los análisis realizados en planta, y los vehículos apropiados para el desplazamiento del personal con todo el equipo y material preciso.

8.4. Plantas con una población comprendida entre 20.000 y 100.000 h-e.

El tipo de instalación prevista en el Plan Regional de Saneamiento para este rango de población es el siguiente:

- Desbaste mediante rejas para eliminación de sólidos en suspensión de gran tamaño.

- Desarenado.
- Decantación primaria para eliminación de sólidos en suspensión.
- Proceso biológico para eliminación de la materia biodegradable.
 - . Hasta 40.000 h-e, filtros percoladores con o sin recirculación.
 - . Para todo el rango de población, lodos activos en cualquiera de sus variantes.
- Tratamiento de fangos para su estabilización y deshidratación, con recuperación de energía a partir del biogás formado.

Al igual que en el caso anterior, el primer sistema de evaluación de las necesidades de personal ha sido la expresión (Tabla VIII.2):

$$\text{N}^\circ \text{ DE OPERADORES} = 0,000513 * \text{Dot} * \text{h-e} / 1000 + 2,38$$

dentro del rango entre 20.000 y 50.000 habitantes equivalente, por ser este último valor el límite de aplicación de la mencionada expresión.

La dotación de agua por habitante y día fijada para este segmento de población es de 350 l/h-e *d, de acuerdo con el Plan Regional de Saneamiento.

El número de operadores siguiendo esta forma de estimación varía entre 6 y 11, como se indica en la columna (1) de la tabla VIII.5.

TABLA VIII.5**NECESIDADES DE PERSONAL EN EDAR DE 20.000 A 100.000 h-e**

POBLACION	DOTACION	m3/d	TIPO PROCESO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
20.000	350	7.000	LODOS ACTIVOS	6			5	6	6		6
30.000	350	10.500	LODOS ACTIVOS	8		9	8	9		8	8
40.000	350	14.000	LODOS ACTIVOS	9			10	11		10	10
50.000	350	17.500	LODOS ACTIVOS	11		11	13	14	8	13	13
75.000	350	26.250	LODOS ACTIVOS							14	15
100.000	350	35.000	LODOS ACTIVOS		16	15			14	16	16

Fuente: (1) EPA Management of small to medium sized municipal wastewater plants. (2) M. Fdez. Heras. (3) Water Pollution Control Federation
(4) F. Morcillo (5) M.Fdez. Heras (6) F. Morcillo (7) Datos propios

En la misma tabla VIII.5, columna (2) se recoge el número de operarios preciso a partir de información de M. Fdez Heras para una planta de 100.000 h-e, que corresponde a una dotación de 16 personas. En la columna (5) se reflejan los operarios precisos dentro de este sector, a partir del dato aportado por esta misma fuente de precisarse 70 operadores por cada m³/seg de agua tratada, en este rango de población (hasta 50.000 h-e). El personal calculado en este caso varía entre 6 y 14 operarios.

Igualmente en la misma tabla, columna (3), se recogen los datos con las necesidades de personal, según la Water Pollution Control Federation (tabla VIII.6) precisándose 9 operadores en plantas de población de 30.000 h-e y 15 las correspondientes a 100.000 h-e.

Los datos aportados por F. Morcillo para este sector de población, indican la necesidad de un número de operarios entre 6 y 14, tal y como se recoge en la columna (6) de la tabla VIII.5.

En la columna (7) se recogen los datos obtenidos directamente en plantas operativas, resultando las necesidades de personal entre 8 y 16 personas.

Como puede comprobarse en la mencionada tabla VIII.5, los datos obtenidos a través de distintas fuentes, así como los procedentes de plantas en servicio son bastante homogéneos para los diferentes niveles de población estudiados, incluyendo en la columna (7) el valor medio estimado de necesidades de personal dentro de este rango de población.

En la tabla VIII.7, se recoge de forma resumida la distribución de operarios según las diferentes funciones a realizar, así como su cualificación personal para el puesto.

TABLA VIII.6
NECESIDADES DE PERSONAL PARA DIFERENTES CAUDALES

TIPO PLANTA	3.750	11.250	18.750	37.500	75.000	131.250	187.500	243.750	300.000	375.000
TRATAMIENTO PRIMARIO	4-6	6-8	7-9	10-13	15-19	22-26	29-34	34-41	40-49	50-55
FILTROS BIOLÓGICOS	6-7	7-10	9-12	13-16	19-24	28-34	37-44	45-53	53-61	63-70
LODOS ACTIVOS	7-8	9-11	11-13	15-18	23-26	33-36	43-49	51-59	61-69	71-80

Fuente: Water Pollution Control Federation.

TABLA VIII.7
CATEGORIAS PROFESIONALES EN EDAR DE 20.000 A 100.000 h-e

POSICION	POBLACION					
	20.000	30.000	40.000	50.000	75.000	100.000
Jefe de Planta	TM/FP	TM/FP	TM	TM/TS	TS/TM	TS
Responsable laboratorio		1 FP	1 FP	1 TM	1 TM	1 TS/TM
Analista Laboratorio				1 FP	1 FP	1 FP
Resp. Mantenimiento	1 FP	1 FP	1 FP	1 FP	1 FP	1 FP
Resp. explotación				1 FP	1 FP	1 FP
Operadores planta	3 FP	4 FP	5 FP	6 FP	6 FP	7 FP
Mantenimiento			1 FP	1 FP	2 FP	2 FP
Servicios Generales	1 NC	1 NC	1 NC	1 NC	1 NC	1 NC
Administración					1 FP	1 FP
TOTAL PERSONAL	6	8	10	13	15	16

Fuente: Elaboración propia a partir de datos reales de plantas operativas

8.5. Plantas para poblaciones comprendidas entre 100.000 y 850.000 h-e

Las plantas comprendidas dentro de estos límites, son las de mayor tamaño a instalar en la Comunidad de Castilla y León, siendo el esquema de tratamiento el siguiente:

- Desbaste mediante rejas para la eliminación de los sólidos en suspensión de gran tamaño.
- Desarenado.
- Decantación primaria para eliminación de los sólidos en suspensión.
- Proceso biológico para eliminación de la materia orgánica biodegradable, mediante lodos activos en cualquiera de sus variantes.
- Digestión anaerobia de fangos y deshidratación de los mismos.
- Recuperación energética a partir del biogás formado, en forma de calor o electricidad.

Debido al tamaño de estas instalaciones, las referencias en cuanto al número de operadores en las diferentes instalaciones es menor que para los rangos de población estudiados en los apartados anteriores.

En la tabla VIII.8, columna (2), se recogen los datos aportados por la Water Pollution Control Federation (tabla VIII.6), que cubren el rango entre 100.000 y 350.000 h-e, precisando entre 15 y 32 operadores.

TABLA VIII.8**NECESIDADES DE PERSONAL EN EDAR DE MAS DE 100.000 h-e**

POBLACION	DOTACION	m3/d	TIPO PROCESO	(1)	(2)	(3)	(4)
100.000	300	30.000	LODOS ACTIVOS		15	16	16
200.000	300	60.000	LODOS ACTIVOS		24	26	25
350.000	325	113.750	LODOS ACTIVOS	30	32	28	30
500.000	325	162.500	LODOS ACTIVOS	41		32	40
750.000	325	243.750	LODOS ACTIVOS	60			60
850.000	350	297.500	LODOS ACTIVOS	72		68	70

Fuente: (1) Experiencia ayuntamiento de Madrid. (2) Water Pollution Control Federation. (3) Datos propios

A partir de información suministrada por las plantas operativas del Ayuntamiento de Madrid, se estima que el número de operarios por m³/seg de agua tratada es de aproximadamente 20. El número obtenido a partir del mencionado valor se ha mayorado en todos los casos con tres personas más, debido al incremento que sufrirán estas depuradoras para adaptarlas a la Directiva 91/271/CEE (estas plantas son de los años ochenta). Como puede comprobarse en la misma tabla VIII.8, columna (1), el número de operadores precisos para el rango de población entre 350.000 y 850.000 habitantes varía de 30 a 77.

A partir de datos obtenidos directamente de plantas actualmente en funcionamiento, y para este rango de población, el número de operadores precisos varía de 16 a 68 (columna 3).

Como puede comprobarse en la mencionada tabla, los datos obtenidos a partir de diferentes fuentes consultadas, así como los obtenidos directamente, son bastante próximos, habiéndose incluido en la columna (4) las necesidades de personal medias estimadas.

En la tabla VIII.9, se recoge de forma resumida el desglose por categorías y cualificaciones del personal preciso en las estaciones depuradoras para el rango de población estudiado en este apartado.

8.6. Sistemas de gestión integral del agua

Una EDAR no es un "ente" aislado de su entorno, sino que está conectada a través de la red de colectores correspondiente a todo el núcleo de población, desde el cual recibe su materia prima o agua residual a tratar.

D

1

TABLA VIII.9
CATEGORIAS PROFESIONALES EN EDAR DE 100.000 \ 850.000 h-e

POSICION	POBLACION					
	100.000	200.000	350.000	500.000	750.000	850.000
Jefe de Planta	TS	TS	TS	TS	TS	TS
Responsable laboratorio	1 TS/TM	TS	TS	TS	TS	TS
Analista Laboratorio	1 FP	2 FP	2 FP	3 FP	4 FP	4 FP
Resp. Mantenimiento	1 FP	1 TM	1 TM	1 TM	1 TM	1 TM
Resp. explotación:	1 FP	1 TM	1 TM	1 TM 1 FP	2 TM 2 FP	2 TM 3 FP
Operadores planta	7 FP	12 FP	14 FP	20 FP	32 FP	40 FP
Mantenimiento	2 FP	1 TM 3 FP	1 TM 4 FP	1 TM 4 FP	1 TM 6 FP	1 TM 6 FP
Servicios Generales	1 NC	2 NC	2 FP 2 NC	2 FP 3 NC	4 FP 3 NC	5 FP 3 NC
Administración	1 FP	1 FP	1 FP	2 FP	3 FP	3 FP
TOTAL PERSONAL	16	25	30	40	60	70

Fuente: Elaboración propia a partir de datos reales de plantas operativas

Por otra parte, dentro del área urbana servida por colectores, se ubican diferentes industrias que vierten sus aguas residuales a la mencionada red y, en consecuencia, terminan en la Planta Depuradora.

Para poder evacuar por colector un agua industrial, ésta tiene que cumplir una serie de requisitos contemplados generalmente en las Ordenanzas Municipales, que fijan los límites de contaminación admisible en el vertido al colector, de tal forma que no cause problemas posteriores, tanto a la red de alcantarillado como a los procesos de la EDAR.

Con el fin de vigilar el cumplimiento de las Ordenanzas en materia de vertidos, los Municipios de una cierta entidad directamente, o bien contratando con terceros, precisan llevar a cabo una función de vigilancia y control de los vertidos, para lo cual, además de disponer de una infraestructura material, necesitan un equipo técnico capaz de llevar a buen fin esta misión.

La infraestructura humana precisa para un servicio de este tipo debe estar compuesta por:

- Jefe de servicio, responsable de toda la política de actuación, así como del laboratorio analítico correspondiente. La cualificación para este puesto es de licenciado en Ciencias Químicas, Biológicas o Farmacia.
- Tres Analistas de Laboratorio, responsables de la ejecución de los análisis precisos, en el caso de disponer de instalaciones de laboratorio propio. Su cualificación debe ser a nivel de formación profesional.
- Un Encargado de grupo responsable del equipo de campo, con cualificación a nivel de Formación Profesional, especialidad en química o análisis.

- Un Operario para toma de muestras y medida de caudales, para llevar a cabo los trabajos de campo preferentemente cualificado a nivel de formación profesional, especialidad en química o análisis.

Este servicio debido a su complejidad, sólo se montará en núcleos con importante población equivalente y/o con un parque industrial muy significativo.

8.7. Responsabilidades del personal técnico de una EDAR

Una planta depuradora de aguas residuales urbanas, al igual que cualquier otra instalación de carácter industrial, requiere de un equipo directivo que se responsabilice de las diferentes facetas involucradas en un correcto servicio de explotación y mantenimiento.

En este apartado se van a definir las responsabilidades o actividades a desarrollar por los mismos y que corresponden a plantas grandes, existiendo una acumulación de funciones en las EDAR de menor tamaño.

8.7.1. Jefe de planta

Es el máximo responsable de las instalaciones, siendo el único interlocutor válido entre la empresa adjudicataria de la explotación y mantenimiento y la propiedad, en este caso el Ayuntamiento, así como con el Técnico Municipal responsable de la EDAR.

Este puesto suele recaer, en las plantas a partir de un cierto tamaño, en un técnico superior con amplia experiencia en este campo de actividad.

En plantas de tamaño medio, este puesto puede ser ocupado por un técnico de grado medio asumiendo además otras funciones, como responsable del laboratorio y del mantenimiento de las instalaciones.

Entre las responsabilidades que tiene asignadas el jefe de una estación depuradora de aguas residuales urbanas, se encuentran las siguientes:

- Representación de la empresa adjudicataria del servicio de explotación y mantenimiento de las instalaciones ante la Propiedad, así como ante las diferentes Administraciones con competencias en la depuración y en el control de los vertidos.
- Relaciones con los medios de comunicación y grupos sociales.
- Gestión y organización de los diferentes servicios.
- Asignación y distribución del personal para las diferentes actividades a desarrollar.
- Fijar la política y metas del servicio, asignar los recursos humanos, técnicos y económicos necesarios así como velar por su cumplimiento.
- Motivación y formación del personal a todos los niveles.
- Fijar los parámetros y variables de proceso para obtener un óptimo rendimiento de las instalaciones, así como definir los puntos de muestreo y frecuencia de los análisis a realizar con el fin de disponer del control apropiado de los diferentes procesos que integran la EDAR.

- Tomar las decisiones precisas en caso de vertidos anormales o incidencias en las instalaciones, para que el impacto sobre el medio exterior sea mínimo.
- Comunicar a la propiedad y autoridades u organismos competentes cualquier anomalía en el funcionamiento de las instalaciones con vertidos que tengan influencia en el exterior, para que éstas tomen las medidas correspondientes.
- Definir los diferentes programas de mantenimiento y conservación de las instalaciones.
- Cumplir y hacer cumplir la legislación laboral vigente, sobre todo en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Control de repuestos y reactivos.
- Gestión de compras de materiales, repuestos, fungibles y servicios exteriores.
- Control de costos del servicio.
- Definición y seguimiento de planes de ahorro energético y reactivos.
- Estudio de propuestas a la propiedad de mejoras en el servicio y en las instalaciones.
- Preparación y redacción de los informes y memorias sobre la marcha del servicio.

- Asegurarse de la correcta obtención, gestión y archivo de los diferentes datos del proceso y de las instalaciones.
- Tomar las decisiones apropiadas para reparar en el menor tiempo posible las averías que surjan en las instalaciones.
- Mantener informado de forma continua al responsable de la propiedad, del funcionamiento y eventualidades que puedan surgir en el servicio.
- Guardar y mantener al día el Libro de órdenes, haciendo cumplir las indicaciones que sobre el servicio realice la propiedad en el mismo.
- Aceptar y firmar en nombre de la empresa adjudicataria del servicio las certificaciones mensuales.
- Gestión de los fangos, arenas y basuras, de tal forma que sean evacuados de las instalaciones en el menor tiempo posible, transportados de forma adecuada y que su fin último sea el apropiado para no producir impactos sobre el medio ambiente.

En caso de ausencia de las instalaciones del jefe de planta, el jefe de explotación será el responsable de las mismas.

8.7.2. Técnico de la administración.

El técnico de la administración responsable de la EDAR actúa de dos formas diferentes, según quien lleve a cabo la explotación y mantenimiento de la misma:

- En el caso de que la explotación y mantenimiento sea llevada a cabo directamente por la Administración o bien por un organismo o empresa municipal, su función será la asignada al jefe de planta.

En las plantas de pequeño tamaño, que no justifiquen la presencia del técnico municipal a tiempo total, delegará parte de sus funciones en el encargado de planta, quien le reportará de forma directa, debiendo tomar las decisiones y dando las órdenes oportunas al encargado para la buena marcha de la instalación.

- Si la explotación y mantenimiento se lleva a cabo por contratación con una empresa de servicios, o bien por una empresa mixta en la que el jefe de planta no sea de la Administración, sus funciones son las descritas en este apartado.

De acuerdo con el tamaño de la planta, su dedicación será a tiempo total o parcial.

Las funciones y responsabilidades del técnico municipal responsable de los servicios de depuración, en aquellos casos que el servicio no sea llevado a cabo directamente por el municipio serán, de forma general, las siguientes:

- Será el representante de la propiedad (en este caso el Ayuntamiento) ante la empresa de servicios, debiendo velar por el estricto cumplimiento del contrato de explotación, tomando las decisiones que correspondan para que ello tenga lugar, así como fijando las sanciones en que se pudiese incurrir.

- Autorización de la realización de aquellos trabajos o servicios no incluidos en el contrato y que sean necesarios para la buena marcha de la EDAR.
- Preparar y firmar las certificaciones para abono de los servicios prestados
- Solicitar los análisis externos que considere apropiados para comprobar la buena calidad del efluente así como contrastar los realizados por la empresa de servicios.
- Llevar a cabo los estudios preliminares de ampliaciones o mejoras a realizar en las instalaciones, con el fin de mejorar los rendimientos, evaluando el coste de las mismas.
- Realizar informes de situación mensuales, o con la periodicidad fijada, incluyendo las incidencias que hayan tenido lugar y fijando el impacto producido sobre el medio receptor o sobre el entorno, delimitando las responsabilidades.
- Comprobar y hacer cumplir la normativa laboral, fundamentalmente la correspondiente a seguridad e higiene en el trabajo.
- Verificar la presencia en tiempos y con la especialización apropiada, del personal asignado por la empresa de servicios a la depuradora. Autorizar o denegar la sustitución de personal de acuerdo con las alegaciones o motivos que realice el contratista.

- Revisar la frecuencia con que se realizan los análisis del laboratorio, tanto internos como externos, así como los partes o estadillos de control del proceso, con el fin de conocer en cada momento la marcha de la instalación y el grado de cumplimiento del vertido..
- Verificar que el mantenimiento de los equipos e instalaciones se lleva correctamente, cumpliéndose las recomendaciones del constructor y/o suministrador de los mismos.
- Velar porque las instalaciones presenten un aspecto limpio, se lleven a cabo los trabajos correspondientes a jardinería y urbanización en el tiempo que corresponda, el estado de la pintura sea el adecuado, así como el aseo del personal de la EDAR.
- Comprobar y evaluar las averías que pudiesen surgir en la EDAR, fijando responsabilidades si las hubiese, así como las penalizaciones que indicasen los pliegos del contrato.

En el caso de que una avería llevase consigo una parada total o parcial de la EDAR, verificar que la empresa de servicios pone todos los medios disponibles para que esta situación se prolongue el menor tiempo posible.

Si la parada total o parcial conllevase riesgos para las personas o cosas situadas aguas abajo del vertido, ponerlo en conocimiento de las mismas a la mayor brevedad posible, así como a los responsables del cauce, y autoridades competentes.

El técnico municipal, como representante de la propiedad no deberá dar órdenes o asignar ninguna misión al personal de la EDAR, (excepto en casos de fuerza mayor), siendo su interlocutor el jefe de planta , la persona delegada por éste en su ausencia, o bien el responsable de la empresa de servicios. Todas las comunicaciones que por su carácter así lo aconsejen, deberán quedar reflejadas en el libro de órdenes que a tal efecto deberá encontrarse de forma continua en la EDAR.

8:7.3. *Jefe del laboratorio de control de la EDAR*

El jefe del laboratorio de control dependerá directamente del jefe de planta, recibiendo de él las instrucciones y órdenes para la buena marcha del servicio.

De la calidad, rapidez y eficacia de su trabajo va a depender:

- Conocer la calidad del agua de aportación a las instalaciones, así como la presencia de vertidos anormales, altas cargas de contaminantes, etc; de manera que permita al jefe de planta tomar las medidas apropiadas para adaptar el funcionamiento a las nuevas circunstancias.
- La calidad del vertido final, que determinará el grado de cumplimiento de los objetivos previstos.
- Composición de los efluentes de los diferentes procesos, y de las diferentes líneas que componen la instalación, determinando sus rendimientos y desviaciones sobre lo previsto, que darán la información precisa al jefe de planta para modificar las variables de proceso, con el fin de obtener los resultados previstos.

Las misiones que el jefe del laboratorio tiene encomendadas son las siguientes.

- Asignar al personal del laboratorio las diferentes funciones a realizar.
- Toma de las muestras de control establecidas por el jefe de planta, en el lugar, forma y método ordenados para que sean lo más representativas posible.
- Análisis de las muestras tomadas en el menor tiempo posible, fijando el orden de prioridad en cuanto a parámetros y puntos de muestreo.
- Llevar un libro de registro y control de las muestras tomadas y analizadas, especificando la hora de toma, tipo de muestra, método analítico utilizado, hora del análisis y si fue preciso su conservación, como se llevó ésta a cabo, así como qué personas lo realizaron, e incidencias si las hubiese.
- Toma de muestras, y análisis de las mismas, de aquellas no rutinarias solicitadas por el jefe de planta.
- Transmitir al jefe de planta y al jefe de explotación los resultados analíticos obtenidos...
- Proponer al jefe de planta qué análisis y número de ellos deben realizarse en laboratorios externos, ya sea con el fin de contrastar resultados o bien aquellos que por su complejidad no sea factible llevarlos a cabo en la EDAR, haciéndole las recomendaciones oportunas sobre los laboratorios externos que merezcan su confianza.

- Puesta a punto y preparación de los métodos analíticos y de toma de muestras precisos, así como revisión de los existentes.
- Puesta a punto, ajuste y calibración de los instrumentos analíticos de que disponga el laboratorio.
- Control del almacén de reactivos, repuestos de instrumentación y material fungible, solicitando al jefe de planta con tiempo suficiente la reposición de los mismos.
- Estudio y propuesta al jefe de planta de adquisición de nuevos equipos, materiales o reactivos para mejorar la calidad del servicio.
- Mantener el laboratorio y todas sus dependencias perfectamente limpio y ordenado.
- Comprobar el estado y mantener completo el botiquín de la EDAR.

8.7.4 Jefe de explotación

El jefe de explotación de la EDAR es el responsable de obtener los rendimientos precisos en todas y cada una de las operaciones unitarias que se llevan a cabo en la planta, de tal forma que la calidad del efluente, sequedad de los fangos, etc, sean como mínimo los previstos, así como conseguir que los consumos de reactivos, energía y servicios sean los mínimos.

En plantas grandes, este puesto puede encontrarse duplicado con el fin de cubrir dos turnos de operación, así como disponer de diferentes encargados por áreas de la EDAR, como son: línea de agua, línea de fangos-deshidratación y línea de gas y motogeneración de energía eléctrica.

El jefe de explotación depende directamente del jefe de planta y generalmente es el designado para sustituirle en su ausencia de las instalaciones.

Entre las responsabilidades del jefe de explotación de una EDAR se encuentran las siguientes:

- De acuerdo con el jefe de planta, fijar las condiciones de operación que permitan la optimización de la calidad del vertido.
- Llevar a cabo las variaciones precisas en las variables y parámetros de trabajo de las instalaciones, para adaptarlas a las condiciones de caudal y composición del influente.
- Optimizar los consumos de reactivos y energía.
- Controlar los parámetros de medida de las diferentes operaciones unitarias con el fin de conocer en todo momento la operatividad del conjunto.
- Asignar personal y medios a las diferentes actividades de la EDAR.
- Controlar los stocks de reactivos y productos químicos precisos en operación, con el fin de disponer en todo momento del tipo y cantidad adecuada.

- Realizar los balances de agua, subproductos y gas producidos, con el fin de gestionar adecuadamente su evacuación o recuperación.
- Adoptar las medidas precisas en el proceso en caso de fallo de alguna unidad, con el fin de minimizar vertidos que puedan afectar al cauce receptor.
- Mantener al día y hacer cumplir las medidas de seguridad e higiene en las instalaciones.
- Actualizar los manuales de operación de las instalaciones, así como su difusión entre el personal asignado al servicio.
- Diseñar programas de formación y entrenamiento al personal de su servicio.
- Preparar los estudios previos de las modificaciones o ampliaciones de unidades u operaciones de la EDAR, con el fin de mejorar su operatividad, sus rendimientos, disminuir los consumos energéticos y de reactivos o adaptarla a las posibles nuevas circunstancias de la alimentación.
- Comunicar al responsable del mantenimiento de las instalaciones cualquier avería que surja en las mismas, para que proceda a su reparación; así como al jefe de la planta, indicando las repercusiones que pueda tener en el vertido.

- Solicitar del laboratorio de control los análisis, tanto ordinarios, como extraordinarios que se puedan requerir, indicando la frecuencia, punto de muestreo y parámetros a determinar.
- Coordinación con los servicios de mantenimiento de las operaciones a realizar, tomando las medidas adecuadas para la puesta fuera de servicio de equipos o unidades.
- Mantener al día y conservar adecuadamente los registros de operación (parámetros y variables de proceso de la planta utilizados, caudales de agua tratados, controles analíticos realizados, consumos energéticos y de reactivos, cantidades de fangos, arenas y residuos generados, forma de evacuación, vertidos anómalos recibidos y medidas adoptadas, etc), así como de las incidencias ocurridas.

8.7.5. Jefe de mantenimiento

Una EDAR es una instalación que debe funcionar las veinticuatro horas del día, los trescientos sesenta y cinco días del año, lo que determina la gran importancia de un correcto servicio de mantenimiento que permita su operatividad de forma continua a lo largo del tiempo.

Por otra parte, una avería de las instalaciones que lleve consigo el vertido de aguas sin tratar, supone el tirar por tierra el trabajo de mucho tiempo, pudiendo llegar a producir en el medio receptor unos daños en su ecosistema de muy difícil recuperación, o bien un problema importante a otros usuarios del agua, cuyas captaciones se encuentren aguas abajo del vertido de la depuradora.

La principal misión del jefe de mantenimiento de una EDAR es mantener correctamente todas las unidades y evitar las averías que se puedan producir en las instalaciones, con el fin de que la planta permanezca operativa en todo momento, colaborando de esta forma a la calidad del producto final.

Entre las misiones concretas y específicas asignadas al responsable de mantenimiento y conservación de la planta, se encuentran:

- Programación de todas las operaciones de mantenimiento de todos los equipos y unidades que componen la planta.
- Asignación de medios personales y técnicos a las diferentes actividades a desarrollar.
- Comprobación de los daños producidos por averías, estudio de las causas que las provocaron, y asignación de recursos para su reparación en el menor tiempo posible.
- En colaboración con el responsable de explotación, asignación de prioridades en las reparaciones a realizar así como en los trabajos de mantenimiento de las instalaciones de tipo rutinario.
- Control de repuestos originales necesarios de los diferentes equipos que conforman la planta, recomendados por los suministradores de los mismos.
- Control del almacén de fungibles, especialmente de aceites y grasas.

- Mantenimiento de los equipos, aparatos de medida y control, herramientas precisas del taller, útiles de trabajo, etc, precisos para el desarrollo de su actividad.
- Puesta al día de los manuales de mantenimiento de los diferentes equipos, así como asegurar su distribución entre el personal asignado a su servicio.
- Preparación y programación de la formación del personal de mantenimiento.
- Puesta a punto y calibración, con la periodicidad aconsejada por los suministradores, de los instrumentos de medida y control de los procesos y operaciones de la planta.
- Determinación de las averías que deben ser realizadas en talleres externos a la EDAR, así como selección del suministrador más adecuado, y seguimiento de la reparación para que ésta se lleve a cabo en el tiempo programado y con la calidad precisa.
- Mantenimiento y conservación de los partes de trabajo, fichas de los equipos con indicaciones de las necesidades de mantenimiento y reparaciones efectuadas, repuestos utilizados, etc.

Como ha podido comprobarse a lo largo de este apartado, las misiones encomendadas a cada uno de los responsables de las instalaciones, requieren la utilización y empleo de profesionales y técnicos muy especializados en este campo, con conocimientos específicos para llevar a cabo correctamente su función, siendo en consecuencia

imprescindible su preparación específica, al no existir en nuestro país enseñanzas regladas en estas materias.

El elevado coste de las instalaciones, y la responsabilidad ante la sociedad que esto conlleva, así como los graves perjuicios que un mal servicio puede originar para el cauce receptor; aconsejan la inversión en la formación de estos profesionales, de tal forma que los 1,8 billones de pesetas que va representar el Plan Nacional de Depuración obtengan la máxima rentabilidad, y con ello conseguir una calidad de nuestros cauces receptores y costas lo suficientemente buena, de manera que no sólo no pongan en peligro la salud de los ciudadanos asentados en sus márgenes, sino tampoco el aprovechamiento económico de los recursos hidráulicos existentes, por otros usuarios de los mismos.

CAPITULO IX

**CUANTIFICACION DE LA GENERACION DE EMPLEO EN
LA COMUNIDAD AUTONOMA DE CASTILLA Y LEON POR
APLICACION DE LA DIRECTIVA 91/271/CEE**

CAPITULO IX: CUANTIFICACION DE LA GENERACION DE EMPLEO EN LA COMUNIDAD AUTONOMA DE CASTILLA Y LEON POR APLICACION DE LA DIRECTIVA 91/271/CEE

9.1. General

La aplicación de la Directiva 91/271/CEE así como del Plan Nacional de Depuración del Ministerio de Obras Publicas, Transporte y Medio Ambiente y del Plan Regional de Saneamiento de la Junta de Castilla y León, consecuencia directa e inmediata de la aplicación de la primera, va a dar lugar en la región castellano leonesa a una importante generación de empleo en el campo del tratamiento de aguas residuales, debido fundamentalmente a la construcción de una amplia infraestructura sanitaria, así como a la posterior explotación y mantenimiento de la misma. Se precisará en consecuencia, una formación del personal técnico a todos los niveles para atender los servicios que esta nueva situación va a demandar, máxime si se tiene en cuenta la falta de enseñanzas regladas específicas en este campo de la tecnología, tanto a nivel de titulados superiores, como de grado medio o formación profesional.

Según datos de SERCOBE, el número de personas a nivel nacional que prestan sus servicios laborales en la actualidad en el sector del medio ambiente (en todas sus facetas), es del orden de cien mil, estando previsto un incremento a lo largo de los próximos años hasta las cuatrocientos mil, así como unas inversiones en nuevas instalaciones, que sólo en el campo de las aguas residuales urbanas se aproximan a los dos billones de pesetas en plantas de aguas urbanas y a un billón de pesetas en el campo industrial. Estas inversiones van a revolucionar no sólo el número de empleos generados, sino la cualificación de los mismos, en múltiples y variadas especializaciones.

Debido a que la necesidad de nuevas infraestructuras no es exclusiva de la Comunidad de Castilla y León, sino que afecta a todo el territorio nacional, no es de preveer importantes inmigraciones desde otras comunidades autónomas, pues excepto las que poseen un importante parque de estaciones depuradoras (Comunidades Autónomas de Madrid y Baleares principalmente), el resto de las regiones va tener un déficit de profesionales expertos en tratamiento de aguas residuales igualmente muy importante.

El número de profesionales a todos los niveles de este sector en la Comunidad de Castilla y León es bajo, debido a la mínima cantidad de estaciones depuradoras actualmente operativas en la región (excepto en fosas sépticas y Tanques Imoff) y, en consecuencia, la escasa demanda de los mismos hasta el momento actual. Por otra parte y debido a ese bajo número de instalaciones, no se han creado ni desarrollado empresas de consultoría o ingeniería del volumen preciso para el trabajo que se va a requerir en la Región. Al ser el trabajo hasta la actualidad escaso en el sector que nos ocupa, éste ha venido siendo realizado por pequeñas empresas locales o regionales y, en el momento que el mismo alcanza una cierta entidad, por empresas de nivel nacional con base en comunidades geográficamente próximas, como Madrid o el País Vasco.

En cuanto a laboratorios de análisis de aguas, homologados por la Administración, en este momento solamente existen dos operativos en toda la región, uno de ellos incluso de muy pequeño tamaño, siendo previsible la creación y aumento de los actualmente existentes, entre otros motivos por el encarecimiento que supone la toma de muestras por personal cualificado, el transporte y los métodos de preservación y acondicionamiento de las mismas. Por otra parte, en la región existen una serie de pequeños laboratorios de análisis químico, no especializados en análisis de aguas, que con seguridad ampliarán su campo de operación a esta nueva actividad.

El mismo problema existente en cuanto a laboratorios homologados se presenta en relación con empresas de servicios de explotación y mantenimiento de estaciones depuradoras de aguas residuales, tanto a nivel local como regional. Aun en el caso de implantación en la región de empresas que sean operativas a nivel nacional, el personal que prestará sus servicios laborales en las plantas depuradoras será siempre contratado en la zona de ubicación de las nuevas instalaciones, sobre todo en los niveles intermedios o bajos.

Dentro de la generación de empleo que se va a producir en la región a lo largo de los próximos diez años por estas nuevas actividades, habría que distinguir dos tipos de ocupación diferentes, que serían las siguientes:

- Empleo estable, producido fundamentalmente por las siguientes actividades:
 - * Personal de explotación y mantenimiento de las estaciones depuradoras de aguas residuales.
 - * Personal preciso en laboratorios de análisis químicos de control externos a las plantas depuradoras de aguas.
 - * Técnicos de las diferentes Administraciones locales y autonómicas, responsables de las instalaciones, así como del control de las mismas.

En muchos casos estos empleos ya existen, o bien van a ser asumidos por técnicos municipales de otros servicios por asimilación de funciones, requiriendo exclusivamente una especialización en este campo de la tecnología.

- * Personal de los grupos de apoyo para la explotación y mantenimiento de instalaciones de depuración pequeñas o muy pequeñas e incluso de servicios y necesidades muy específicos en instalaciones de tipo medio, creados por empresas dedicadas a estos servicios.
 - * Servicios de gestión integral del agua y control de los vertidos producidos por diferentes actividades industriales a las redes de alcantarillado municipales, al encontrarse ubicadas las instalaciones de producción dentro de los cascos urbanos de los municipios.
 - * Personal preciso para la explotación de las instalaciones de recuperación, tratamiento y comercialización de los fangos deshidratados procedentes de las EDAR, en instalaciones independientes, de acuerdo con las recomendaciones de la Directiva comunitaria.
 - * Empleo indirecto generado por la necesidad de suministro a las EDAR de productos químicos, repuestos para equipos, materiales fungibles, reparaciones de cierta consideración que no puedan realizarse en planta, transporte y evacuación de subproductos,..etc.
- Empleo generado como consecuencia de la realización del Plan Regional de Saneamiento y con una duración próxima a la del plan (año horizonte 2.005), debido principalmente a las siguientes actividades:

- * Consultoría, desarrollo de la ingeniería, construcción, fabricación de equipos, montaje, pruebas, y puesta en marcha de la red de colectores así como de las estaciones depuradoras de aguas residuales.
- * Estudios preliminares, anteproyectos, proyectos y dirección de obra de las acciones a realizar a lo largo del desarrollo del Plan Regional de Saneamiento.
- * Estudios previstos por la Junta de Castilla y León, complementarios al Plan Regional de Saneamiento, sobre cauces, vertidos, impacto en el medio receptor, zonas sensibles, etc.
- * Recuperación de márgenes y zonas de interés especial, así como los trabajos de consolidación de las mismas.
- * Estudios en campo, investigación y desarrollo, anteproyectos, proyectos y dirección de obra de las acciones a realizar para la reducción de la contaminación hídrica producida por la industria del sector de la alimentación, contemplada igualmente en la directiva objeto de este estudio piloto.
- * Construcción, pruebas y puesta en marcha de las instalaciones de depuración en la industria del sector de la alimentación.

Es de esperar que la generación de empleo eventual ceñida a los próximos diez años por los conceptos indicados con anterioridad se consolide en su mayor parte, e incluso se incremente en gran medida en empleo estable, entre otras por las siguientes razones:

- * Necesidades y requerimientos legales a todos los niveles cada vez más estrictos.

Dentro de este apartado cabe destacar la necesidad de pretratamientos o tratamientos previos de las aguas industriales antes de su vertido a las redes de colectores municipales, como consecuencia del desarrollo y promulgación de las Ordenanzas Municipales correspondientes, con el fin de evitar graves perjuicios en el funcionamiento y operatividad de las futuras depuradoras urbanas.

- * Modificaciones y ampliaciones en instalaciones de depuración ya existentes o en las de futura construcción para adaptarse a los aumentos de la población equivalente o disposiciones legales de nueva aparición e incluso, en el futuro desarrollo de recuperación de las aguas tratadas en las EDAR.

- * Necesidad a nivel nacional de construcción de estaciones de depuración de aguas residuales industriales, tanto de las instalaciones ya existentes como de las que se puedan crear en el futuro, así como modificaciones en las depuradoras ya existentes para adaptarlas a la normativa legal.

Según estimaciones del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, el déficit a nivel nacional en materia de instalaciones para tratamiento de las aguas residuales de la industria es próximo al billón de pesetas, frente a los casi dos billones en infraestructura de saneamiento de los núcleos de población.

- * Necesidades crecientes y con mayor grado de tratamiento, de las aguas potables y de aportación a la industria, campo similar y paralelo al de la depuración y que en un importante número de casos es llevado a cabo por el mismo tipo de empresas.

- * Debido a los costes crecientes tanto del agua de aportación, como de los procesos de adaptación a las necesidades de calidad para su utilización en la industria, la creación y desarrollo de tecnologías de minimización de consumos e incluso la construcción de instalaciones para la recuperación y de reutilización del agua.

En los apartados de este capítulo que se incluyen a continuación, se lleva a cabo una cuantificación del empleo a generar para los diferentes niveles profesionales, y actividades a desarrollar por la aplicación de la Directiva 91/271/CEE, así como de las necesidades de formación de profesionales ya existentes y que precisan una especialización en este campo para el desarrollo de sus nuevos cometidos.

9.2. Representantes de la propiedad

De acuerdo con la Ley de Bases de Régimen Local, son los Ayuntamientos los responsables de la depuración de las aguas residuales que generen sus municipios y que se viertan a cauce público, a través de sus redes de colectores o emisarios municipales.

En el Plan Nacional de Depuración del Ministerio de Obras Públicas Transportes y Medio Ambiente, se establecen las inversiones a realizar para la construcción de estaciones depuradoras, forma de financiación a cargo de los diversos mecanismos y Administraciones, así como que los terrenos sobre los que se construyan las infraestructuras de saneamiento que serán de propiedad del municipio. Igualmente y para obtener las ayudas públicas correspondientes, será preciso el compromiso por parte del Ayuntamiento, de disponer de los fondos necesarios para la explotación y mantenimiento de las instalaciones de depuración y redes de colectores, bien con recursos propios o mediante el cobro del canon de saneamiento pertinente.

La forma habitual de explotación de las estaciones de depuración de aguas residuales urbanas es mediante contratación del servicio a empresas privadas, mixtas o municipales, especializadas en este tipo de actividad.

Todos aquellos casos en que la estación depuradora no sea explotada por el Ayuntamiento de forma directa, conllevan la necesidad de un control del servicio contratado, con el fin de comprobar que el mismo se lleva a cabo de forma correcta, se cumplen los límites de vertido y las instalaciones se mantienen de forma adecuada. Esta necesidad de control del servicio requiere disponer de personal técnico debidamente cualificado con los conocimientos técnicos para la función a desarrollar.

El desarrollo del servicio de control por parte del Ayuntamiento va a depender fundamentalmente del tamaño de la instalación y la forma más habitual es como se indica a continuación:

- **Grandes instalaciones:** El servicio es llevado a cabo por un técnico superior, con dedicación plena y ubicado en las mismas instalaciones de la estación depuradora. Como ejemplo de esta forma de operar se podrían citar las siete plantas de que dispone el Ayuntamiento de Madrid.
- **Instalaciones medias y pequeñas:** en este caso es frecuente que un técnico municipal, generalmente del servicio de obras e infraestructura, o bien si existe del servicio de aguas, se haga cargo de las instalaciones con una dedicación a tiempo parcial.
- **En aquellos municipios con servicios propios de suministro de agua potable a la población,** el control de la depuradora se suele asignar a los mismos, con el fin de utilizar su infraestructura. Este sería el caso del Ayuntamiento de Burgos, donde la Empresa Municipal de Aguas, controla tanto el suministro como la gestión de la planta depuradora.

Desde el punto de vista del presente estudio piloto, este apartado reviste una gran importancia, no tanto en cuanto a generación de empleo directo, pues en muchos casos los municipios ya disponen del personal técnico propio, sino desde el punto de vista de formación en el campo de la depuración de aguas residuales de los mismos. Esta importancia ha sido contrastada por la presencia en los diferentes cursos del Programa Superior en Ingeniería y Gestión Medioambiental realizados por la Escuela de Organización Industrial en diferentes capitales de la región (Burgos, Valladolid, León, Salamanca, etc) con la presencia de técnicos municipales, incluso en aquellos

lugares en que aun no disponen de las estaciones depuradoras de aguas residuales precisas.

Las hipótesis establecidas para determinar las necesidades de formación de técnicos de la Administración local, de acuerdo con la información recibida de plantas operativas sería la siguiente:

- En núcleos de población iguales o superiores a 100.000 h-e y que no dispongan en actualidad de EDAR, el número previsto sería de un técnico superior y otro de grado medio.
- En núcleos de población iguales o superiores a 100.000 h-e y que dispongan en actualidad de EDAR, el número previsto sería de un técnico superior o de grado medio.
- En núcleos de población comprendidos entre 100.000 y 20.000 h-e que no dispongan en actualidad de EDAR, el número previsto sería de un técnico superior o de grado medio, que prestaran sus servicios a tiempo parcial.
- En núcleos de población comprendidos entre 20.000 y 7.500 habitante equivalentes y que no dispongan en actualidad de EDAR, el número previsto sería de un técnico generalmente de grado medio y a tiempo parcial.

Teniendo en cuenta la población equivalente y de derecho de los diferentes municipios de la Comunidad de Castilla y León, y las instalaciones de depuración a construir, las necesidades estimadas de formación de personal técnico tanto a nivel

técnico superior como de grado medio por este concepto se aproximarían a 180 personas, distribuidas por las diferentes provincias.

En la evaluación de la necesidad de formación de técnicos municipales indicada anteriormente, se ha recogido igualmente un número entre uno y tres técnicos, correspondiente a las diferentes delegaciones de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial de la Comunidad, siendo el número establecido función de su tamaño, población y grado de industrialización.

La formación de los técnicos indicados anteriormente sería similar al correspondiente a los jefes de plantas depuradoras.

9.3. Personal requerido para la explotación y mantenimiento de las nuevas instalaciones

Con la construcción y posterior puesta en servicio de las actuaciones previstas en el Plan Regional de Saneamiento de la Junta de Castilla y León, se va a producir una generación de empleo importante de personal a todos los niveles, para llevar a cabo la explotación y mantenimiento de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas.

Una característica fundamental del empleo generado y evaluado en este punto es que se trata de empleo estable al tratarse de unas instalaciones de vida.

Dependiendo de la forma de llevar a cabo la explotación y el mantenimiento de las depuradoras, el empleo creado podrá ser municipal, de empresas mixtas Municipio-empresas privadas o por compañías privadas especializadas en este género de

servicios, siendo la forma más habitual de realización del mismo mediante la modalidad indicada en último lugar, sobre todo en instalaciones pequeñas y medianas.

Es de preveer que el empleo producido sea ocupado por personal de la región, pues aun en el caso de que el servicio de explotación y mantenimiento sea llevado a cabo por empresas ubicadas fuera de la comunidad, el personal laboral será contratado en la misma, sobre todo en niveles intermedios e inferiores.

Para determinar la estimación del empleo que se va a generar en la región, se ha partido de las necesidades de personal de explotación y mantenimiento evaluadas a lo largo del Capítulo VIII. En la tabla IX.1, se resumen las necesidades de personal estimadas en función del tamaño de las instalaciones, y clasificadas en los diferentes niveles técnicos de formación requeridos, para llevar a cabo las distintas misiones a realizar en las nuevas estaciones de depuración de aguas residuales urbanas.

El número de actuaciones en ejecución de plantas depuradoras, se encuentra recogido en las tablas V.2, V.3 y V.4 incluidas en el capítulo V de este estudio piloto. El número de habitantes equivalentes adoptado ha sido el valor de diseño establecido por el Plan Regional de Saneamiento para las futuras estaciones depuradoras.

Una vez conocidas las diferentes actuaciones, su ubicación geográfica dentro de la región y el número de operarios precisos en cada una de las estaciones depuradoras, en función de su tamaño y tipo de tratamiento a utilizar, se ha elaborado la tabla IX.2, donde se recogen las futuras necesidades de personal, categorías laborales, niveles de formación precisa y su distribución en las nueve provincias que conforman la comunidad castellano leonesa (figura IX.1).

TABLA IX.1
CREACION DE EMPLEO DE ACUERDO CON EL TAMAÑO DE LA EDAR Y CATEGORIAS
LABORALES POR EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO

TAMAÑO POBLACION	JP	JL	AL	JM	RE	OP	MN	AD	NC
< 2.000 h-e						1			1
2.000 - 3.000 h-e						1			1
3.000 - 5.000 h-e						2			1
5.000 - 10.000 h-e									1
10.000 - 15.000 h-e						2	1		1
15.000 - 20.000 h-e	1					2	1		1
20.000 - 25.000 h-e	1				1	4			1
25.000 - 35.000 h-e	1				1	4			1
35.000 - 45.000 h-e	1		1		1	5	1		1
45.000 - 60.000 h-e	1	1	1	1		6	2	1	1
60.000 - 80.000 h-e	1	1	1	1	1	6	2		1
85.000 - 100.000 h-e	1	1	1	1	1	7	2	1	1
190.000 h-e	1	1	2	1	1	12	3	1	1
230.000 h-e	1	1	2	1	1	13	4	1	2
300.000 h-e	1	1	2	1	1	14	4	1	3
700.000 h-e	1	1	3	1	3	32	7	3	7

JP: Jefe de Planta

JL: Jefe de Laboratorio

AL: Analista de Laboratorio

JF: Jefe de Mantenimiento

RE: Jefe de Explotación

OP: Operador de explotación

MN: Oficial Mantenimiento

AD: Administrativo

NC: No Cualificado

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA IX.2
CREACION DE EMPLEO EN EDAR POR CATEGORIAS Y PROV.NCIAS PARA
EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO DE LAS EDAR**

PROVINCIA	JP	JL	AL	JM	RE	OP/ MN	AD	NC
AVILA	2					51		22
BURGOS	5	2	2	2	1	77	2	29
LEON	8	2	4	2	2	128	2	46
PALENCIA	4	1	2	1	1	53	1	16
SALAMANCA	17	1	3	1	1	172	1	57
SEGOVIA	12					89		30
SORIA	1	1	1	1	1	45	1	16
VALLADOLID	6	1	4	1	4	103	3	31
ZAMORA	3	1	1	1	1	56	1	21
OTROS						120		120
TOTALES	58	9	17	9	11	894	11	388

JP: Jefe de Planta

JL: Jefe de Laboratorio

AL: Analista Laboratorio

JF: Jefe de Mantenimiento

RE: Jefe de Explotación

OP/MN: Operadores explotación
o mantenimiento

AD: Administrativo

NC: No cualificado

Fuente: Elaboración Propia.



FIGURA IX.1 CREACION DE EMPLEO PARA EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO DE LAS EDAR

En la tabla IX.3 se recoge de forma resumida la generación de empleo en toda la región en concepto de explotación y mantenimiento de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas a construir por aplicación de la directiva 91/271/CEE, de acuerdo con el Plan Regional de Saneamiento, clasificadas de acuerdo con el nivel de formación preciso para el desarrollo del trabajo a llevar a cabo.

Como puede comprobarse en la tabla IX.2 aparece el epígrafe de "otros", que corresponde con las 120 actuaciones estimadas en el Plan Regional de Saneamiento y que en el momento actual no están totalmente definidas en cuanto a ubicación, tipo de instalación, población equivalente servida, etc. Para la evaluación del empleo generado en este concepto se ha supuesto que se trata de pequeñas instalaciones, tipo tratamientos blandos, como lagunaje, filtros verdes, filtros percoladores, etc, y en consecuencia el personal asignado ha sido el las instalaciones mas pequeñas, consistente en dos operadores, uno de ellos con formación a nivel de Formación Profesional de Segundo Grado.

El número global de empleos permanentes teóricos que, de acuerdo con lo indicado previsiblemente se van a producir en la región para la explotación y mantenimiento de las estaciones depuradoras de aguas residuales, es próximo a 1.400 puestos de trabajo.

Teniendo en cuenta que la explotación en la mayoría de los casos se va a llevar a cabo por empresas de servicios especializadas en estos menesteres que podrán disponer de más de un contrato en la misma zona en las plantas pequeñas, al no precisar la presencia continuada de dos operarios, podrán compartir personal entre ellas, máxime si tenemos en cuenta la creación de grupos de apoyo por las mencionadas compañías. Esto llevará consigo una disminución real sobre el número de puestos de trabajo teóricos estimados, en las categorías de formación profesional y no cualificados.

**TABLA 'X.3
CREACION DE EMPLEO TEORICO EN EDAR POR CATEGORIAS DE
FORMACION PREVIA**

TECNICO SUPERIOR O DE GRADO MEDIO	87
F.P. ANALISIS QUIMICO	17
F.P. MECANICA O ELECTRICIDAD	894
F.P. ADMINISTRATIVOS	11
NO CUALIFICADOS	388
TOTALES	1397

Fuente: Elaboración Propla.

Se considera que por este motivo pueda haber una reducción en los puestos de trabajo próxima al 20%, con lo que el número real estimado de puestos a generar, de acuerdo con el Plan Regional de Saneamiento, se aproximará a:

- Técnicos superiores y de grado medio: 87
- Formación profesional, especializados en análisis químico de las aguas: 17
- Formación profesional especializados en mecánica y/o electricidad: 715
- Formación profesional de la rama de administración: 11
- Personal sin cualificación: 310

De acuerdo con todo lo indicado anteriormente, el global de puestos de trabajo a generar en la comunidad autónoma de Castilla y León, para llevar a cabo la explotación y mantenimiento de las estaciones depuradoras a realizar por aplicación de la directiva 91/271/CEE será cercano a las 1.150 personas.

9.4. Equipos de apoyo a las EDAR -

Como ya se indicó en el capítulo anterior, al considerar el número de personas precisas en las estaciones depuradoras de aguas residuales dentro del rango de población equivalente comprendida entre 5.000 y 20.000 h-e, el tamaño de las mencionadas plantas no justificaba económicamente, por la repercusión que supondría en el coste del metro cúbico de agua tratada, el disponer de personal cualificado,

fundamentalmente en operaciones de mantenimiento de los equipos instalados.

Por otra parte, sobre todo las de mayor población, dentro de las incluidas en el mencionado rango, disponen de unos equipos y sistemas de control que requieren unos trabajos de mantenimiento rutinarios, preventivos y reparaciones importantes.

La experiencia de otras zonas o regiones, con un ya importante parque de depuradoras, muestran que las compañías de servicio de explotación y mantenimiento de estas instalaciones, crean unos grupos de apoyo que dan servicio, desde unas bases centrales, a un conjunto de plantas depuradoras de este rango, de tal forma que cubren sus necesidades de personal cualificado para diferentes servicios, que por su tamaño no podrían disponer, aunque si los precisen.

Igualmente desde estas bases, este tipo de compañías puede dar servicios específicos a plantas por ellos explotadas, aunque su tamaño sea menor.

Teniendo en cuenta el número de plantas depuradoras de aguas residuales urbanas a construir, así como las ya existentes dentro de la Comunidad de Castilla y León, el conjunto de grupos de trabajo de apoyo sería del orden de quince, aunque el número de bases fuese menor, al integrarse dentro de una base varios grupos de trabajo por razones de densidad del parque de estaciones en la zona.

De acuerdo con todo lo indicado la cuantificación y cualificación del empleo generado en toda la región por este tipo de actividades, sería del orden de:

- Técnico de grado superior o medio: 30
- Analistas de laboratorio para toma de muestras y controles en campo con cualificación a nivel de formación profesional: 30

- Operadores de mantenimiento de las instalaciones con formación profesional en mecánica o electricidad: 30
- Ayudantes de los operadores de mantenimiento a nivel de formación profesional: 30
- Administrativos a nivel de formación profesional: 15
- Otros, sin cualificación especial en tratamiento y depuración de aguas residuales, como conductores, personal para reparaciones de obra civil, mantenimiento y conservación de jardines, etc: 30

Todos los empleos generados a nivel de formación profesional o sin cualificación especial van a ser contratados lógicamente en la zona, y es de prever que los técnicos superiores o medios dentro de la región.

9.5. Sistemas de gestión del agua

La gestión integral del agua en una parte importante de los casos existentes se realizará, bien directamente por la propiedad, asimilándola a los servicios municipales de agua, o bien mediante la contratación del servicio a una empresa privada que puede ser la misma que explota la planta depuradora. En consecuencia, la generación de empleo va a ser menor que la teóricamente precisa, al acumular en estos casos varias funciones en una misma persona cuyo puesto de trabajo ya existe con otras competencias, sobre todo a nivel de jefe de grupo y en el caso de los analistas.

Para la determinación del empleo real producido por este concepto se ha supuesto que será el cincuenta por ciento de las previsiones teóricas estimadas para las citadas actividades.

Por otra parte, el número de municipios con una población equivalente elevada o con un volumen industrial importante, que justifique la necesidad de la creación de un servicio municipal de control de los vertidos industriales a la red de colectores municipales, dentro de la comunidad de Castilla y León, se va a ver reducido a un número no superior a diez.

De acuerdo con todo lo indicado, la previsión del empleo generado por creación de servicios de gestión del agua, y más concretamente, para el control de vertidos a las redes de colectores municipales, comprobando que éstos se adaptan a las ordenanzas correspondientes serán los siguientes:

- Jefes de servicio con titulación superior o media: 5
- Analistas de laboratorio y personal de campo para control y toma de muestras con titulación de Formación Profesional: 25

A La formación precisa del personal anteriormente indicado será similar a la que se requiere para los jefes y analistas de laboratorio que presten sus servicios en las plantas depuradoras de aguas residuales-urbanas.

De acuerdo con todo lo indicado, los porcentajes que suponen las horas de técnicos de grado superior y medio especialista en Medio Ambiente, frente al coste total de los estudios considerados, varían entre el 71 y el 83 % del coste previsto en los presupuestos orientativos de los pliegos de bases de los concursos referenciados en el párrafo anterior, con un valor medio de 76,8%. Para llevar a cabo el presente estudio piloto se ha tomado el valor del 76,5%. El resto del coste de los trabajos se distribuye entre horas de delineantes, especialistas en informática, personal auxiliar, mecanografía, así como dietas, gastos de desplazamiento, reproducción y edición de los trabajos, alquiler de oficinas, toma de muestra y análisis y transporte de las mismas, etc.

Igualmente se ha determinado el valor medio correspondiente a las horas de los diferentes técnicos especialistas en Medio Ambiente, previstas en los diferentes concursos indicados anteriormente y actualizándolas a septiembre de 1995, encontrándose unos valores, que varían en función del grado de especialización, entre 4.880 y 6.850 pesetas hora técnica , con un valor medio de 5.424 pts/h.

Los precios horarios indicados en el párrafo anterior son referidos a los presupuestos en ejecución material de los pliegos de bases objeto de los diferentes concursos. Ahora bien, la experiencia indica que los diferentes trabajos últimamente adjudicados por el Ministerio de Obras Publicas Transportes y Medio Ambiente, tienen unas bajas que oscilan entre el 18 y 21 %, por lo que el precio en ejecución por contrata previsto en los pliegos de bases, sería ligeramente superior a los correspondientes precios en ejecución material de las adjudicaciones (13% de gastos generales y 6% de beneficio industrial).

Para la realización de este estudio se ha considerado un precio de la hora técnica media (técnicos superiores y de grado medio con diferentes grados de experiencia profesional en el campo del Medio Ambiente), de 5.450 pts/h.

Como la contratación anual prevista en este apartado alcanza la cifra media de 1.100 millones de pesetas año y el 76,5% corresponde a horas técnicas, el coste anual de estas, alcanza el valor de 841,5 MM de pesetas, que a un coste medio unitario de 5.450 pts/h, suponen la realización de 154.400 horas técnicas/año aproximadamente, lo que equivale, sobre la base de 1.820 horas por hombre y año, el empleo de 85 técnicos superiores o de grado medio especializados en medio ambiente para la realización de los estudios previstos en el Plan Regional de Saneamiento.

Si se supone como en otros apartados, que el 75% del trabajo se va a realizar por empresas existentes o de nueva creación en la región, el empleo generado por el concepto de estudios alcanzará la cifra de aproximadamente 63 técnicos durante el tiempo que dura el Plan, (hasta el año 2.005). No se ha evaluado la repercusión que puede tener este tipo de trabajos en personal no especialista en medio ambiente.

En las estimaciones indicadas anteriormente no se ha considerado los empleos indirectos que esta actividad puede generar, como análisis en laboratorios especializados, toma de muestras, plantas de tratamiento a escala de laboratorio o piloto, etc, que indudablemente van a precisar la concurrencia de técnicos y personal de formación profesional con conocimientos de medio ambiente. Igualmente no se han considerado los trabajos que puedan ser convocados por la Administración Central, Municipal o Comunitaria, con referencia a estudios sobre temas ambientales en la región y que puedan ser llevados a cabo en todo o en parte por empresas ubicadas en esta Comunidad Autónoma.

9.7. Construcción de nuevas depuradoras

Con el fin de cumplir la Directiva 91/271/CEE, el Plan Regional de Saneamiento de la Junta de Castilla y León, define un conjunto de actuaciones de construcción de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas así como de los colectores correspondientes, por un importe de 94.600 MM de pesetas, así como 4.500 MM pts como reserva general para soluciones locales no definidas en el Plan, lo que hace un total de 99.100 MM de pts. Posteriormente, el Plan Nacional de Depuración del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, actualizó el coste del mismo, estableciéndose en 186.000 MM de Pts. En la evaluación del empleo realizado en el presente estudio piloto, generado por la construcción de las diferentes actuaciones, que configuran el Plan Regional de Saneamiento, se ha partido del coste valorado por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, por ser posterior y estar más en línea con los costes reales a llevar a cabo, siendo el número y tipo de actuaciones las mismas.

A partir de datos procedentes de los presupuestos orientativos incluidos en diferentes pliegos de bases correspondientes a varios concursos públicos del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, y del Canal de Isabel II (responsable en la Comunidad Autónoma de Madrid del saneamiento de las aguas residuales), en obras de depuración del último año, así como de datos propios, se ha determinado el porcentaje de mano de obra correspondiente, tanto a nivel personal especialista en Medio Ambiente que interviene en el proyecto y realización de las obras, como aquel otro que requiere otro tipo de cualificación. Entre el personal que interviene en los diferentes pasos, desde el proyecto a la ejecución de la obra, pruebas, puesta en marcha y asistencia técnica a lo largo del período de garantía, y que requieren formación en cuanto a tratamiento de aguas residuales en alguna de sus facetas, se han considerado los siguientes:

- Director o responsable del proyecto.
- Ingeniero de equipos de depuración de aguas
- Ingeniero de grado medio especialista en equipos de depuración de aguas.
- Supervisor de montajes mecánicos de equipos de depuración.
- Ingeniero de procesos de depuración.
- Encargado de equipos mecánicos
- Asistencia a las pruebas, ensayos, puesta en marcha y período de garantía de la EDAR.

La cualificación del personal anteriormente indicado es de técnico superior (Ingeniería o Licenciados en alguna rama técnica), o bien de grado medio.

El porcentaje del coste de la obra, representado por el trabajo de los diferentes técnicos especialistas en Medio Ambiente indicados con anterioridad, sobre el coste total de la instalación, incluidos los colectores correspondientes, representa entre el 1,9 y el 4,5% (variando entre el 3,2 y 4,5% para plantas de coste inferior a 500 MM de pts), siendo los porcentajes más elevados los correspondientes a las instalaciones de menor tamaño. Los costes globales de personal (a todos los niveles) en este tipo de instalaciones representan desde el 9% para las grandes instalaciones, hasta el 16% en los casos más desfavorables.

Se ha considerado que las actuaciones superiores a 750 MM de pesetas serán realizadas por las grandes empresas de ingeniería y constructoras de implantación Nacional, y que el número de empleos de personal técnico especializado en tratamientos de aguas residuales en la fase de ingeniería, y diseño de estas instalaciones será mínimo en la región.

De las actuaciones en obras de coste inferior a 750 MM, de acuerdo con lo indicado con anterioridad, el porcentaje medio correspondiente a personal cualificado en tratamiento de aguas se ha estimado en el 3,8%, lo que representa un valor de 4.408 MM de pesetas.

Suponiendo que el 80% de esta actividad sea desarrollada en la región y teniendo en cuenta el coste medio de la hora en 3.750 pts/h (en este caso el trabajo de técnicos de grado medio e incluso de personal técnico de FP con amplia experiencia en depuración, reduce el precio de la hora frente al considerado en el caso de los estudios), así como una duración del plan de 10 años, lleva a una generación de empleo continuada de aproximadamente 54 personas, especializadas en el campo del medio ambiente.

El empleo generado por la actividad de construcción de plantas de coste inferior a 750 MM de pesetas en personal no especializado en tratamiento de aguas incluyendo el personal no cualificado, y considerando, según los datos disponibles, que pueden suponer aproximadamente el 13% de la inversión total, así como un costo hora de 2.500 pts/h y que el 95% del empleo sea de la región, alcanzará a 315 personas.

En las actuaciones de obras de coste unitario superior a 750 MM de pesetas, la construcción, montaje y parte de la labor técnica requerida en obra será llevada a cabo por personal de la región. En este caso, de acuerdo con los datos disponibles, el porcentaje frente al costo total puede estimarse próximo al 10%; del que el 95%

procederá de la región, lo que a un coste horario de 2.500 Pts/h (se trata en la mayoría de los casos de personal de baja cualificación), supone una generación de empleo continuado durante los años de realización del Plan de Saneamiento próxima a 150 personas.

Como resumen, el empleo previsible que se creará en la Comunidad castellano leonesa durante el desarrollo y ejecución del Plan de Saneamiento será de: 54 técnicos superiores o medios especializados en tratamiento de aguas residuales y 465 puestos fundamentalmente de personal no cualificado o con formación de FP.

Según datos bibliográficos, los empleos indirectos generados por inversiones en medio ambiente son del orden de 2,3 por empleo directo, y los inducidos de 0,3, lo que representaría en el caso de Castilla y León, durante los 10 años de realización del Plan Regional de Saneamiento:

- Empleos directos de personal técnico superior y de grado medio expertos en tratamiento de agua residuales: 54 personas
- Empleos indirectos de personal técnico superior y de grado medio expertos en tratamiento de agua residuales: 125 personas
- Empleos inducidos de personal técnico superior y grado medio expertos en tratamiento de agua residuales: 17 personas
- Empleos directos de personal de ejecución de obra incluidos no cualificados: 465 personas
- Empleos indirectos de personal como consecuencia de ejecución de obra, incluidos no cualificados: 1070 personas

- Empleos inducidos de personal como consecuencia de ejecución de obra incluidos no cualificados: 138 personas

Lo que supone una disponibilidad de empleo a lo largo de los próximos 10 años de 1.869 personas procedentes de la región y con todos los niveles de cualificación. La mayor parte de este empleo corresponde a personal no cualificado o con mínima cualificación.

9.8. Creación de empleo por análisis

El control del buen funcionamiento de una estación depuradora de aguas residuales, ya sea urbana o industrial, viene determinado por un conjunto de análisis químicos, físicos y biológicos que determinen el rendimiento global de la instalación, así como de cada uno de los procesos y operaciones unitarias que configuran la misma.

El número, la frecuencia, el punto de muestreo y el tipo de análisis a realizar son función del tamaño de la planta y de los tipos de proceso utilizados en la depuración, variando de forma muy importante de unas instalaciones a otras.

En las plantas depuradoras que dan servicio a una población equivalente elevada se va a disponer en la planta del personal cualificado y medios técnicos suficientes para llevar a cabo en todo, o en parte, los análisis y ensayos precisos, requiriendo solamente ayuda de laboratorios exteriores para alguna determinación puntual muy específica para la que no dispongan de material adecuado, o bien para la realización de muestras de contraste. En consecuencia, no se va a considerar en este apartado la creación de empleo exterior en laboratorios independientes para este tamaño de instalaciones, por considerarlas autosuficientes en estas actividades, excepto para muestras puntuales.

En las plantas de tamaño medio, a pesar de disponer por lo general de un pequeño laboratorio y personal cualificado que podría llevar a cabo los análisis y pruebas requeridas, el resto de sus obligaciones en la estación depuradora no les va a permitir su realización, limitándose en consecuencia a efectuar aquellos análisis y controles rápidos de ejecución, sencillos de materialización y que son imprescindibles para el seguimiento inmediato de las operaciones de depuración. Esta situación está aún más acusada en instalaciones pequeñas o muy pequeñas, que ni disponen de personal técnico cualificado, ni de los medios materiales precisos, ni de tiempo para su realización. En todos estos casos la realización de los análisis se deberá llevar a cabo a través de laboratorios externos a la depuradora, que suplan las necesidades de la planta además de ofrecer una garantía en cuanto a la toma de muestras y los resultados de las determinaciones y ensayos llevados a cabo.

En principio el número, frecuencia y tipo de análisis a realizar viene recogido en las tablas IX.4, IX.5 y IX.6, en función del tipo de planta y tamaño, de acuerdo con la experiencia disponible de plantas operativas en la actualidad (la mayor fuente de información procede de los concursos para explotación y mantenimiento de depuradoras sacados a concurso público por el Canal de Isabel II de Madrid).

En las mencionadas tablas, la frecuencia de las determinaciones, expresada en letra minúscula, corresponde a los análisis que pueden ser ejecutados directamente por el personal de la depuradora y los representados en mayúsculas aquellos que será preciso encargar a un laboratorio de análisis exterior a la planta depuradora.

En la tabla IX.7 se indican los precios unitarios vigentes en el mercado en la actualidad, obtenidos de petición de ofertas a laboratorios homologados ya operativos, tomándose un valor medio entre los distintos valores de unos y otros para las diferentes determinaciones a realizar.

TABLA IX.4

DETERMINACIONES ANALITICAS EN LAS EDAR Y COSTE ANUAL

PARAMETRO	TANQUES IMHOFF		LAGUNAS DE OXIDACION		LECHOS DE TURBA		FILTROS BIOLOGICOS	
	FRECUENCIA	COSTE ANUAL	FRECUENCIA	COSTE ANUAL	FRECUENCIA	COSTE ANUAL	FRECUENCIA	COSTE ANUAL
ALIMENTACION EDAR								
CAUDAL			d		d		d	
pH			s		s		3/s	
TEMPERATURA			s		s		s	
SOLIDOS SUSPENSION	T	9.200	S	119.600	S	119.600	S	119.600
SOLIDOS SEDIMENTABLES								
SOLIDOS DISUELTOS	A	1.300	M	15.600	M	15.600	M	15.600
30	T	19.600	S	254.800	S	254.800	S	254.800
DQO			M	46.800	M	46.800	M	46.800
NITROGENO TOTAL			M	37.800	M	37.800	M	37.800
FOSFORO			M	36.000	M	36.000	M	36.000
INTERMEDIOS								
CAUDAL RECIRCULACION							d	
SOLIDOS EN SUSPENSION								
EFLUENTE EDAR								
SOLIDOS SUSPENSION	T	9.200	S	119.600	S	119.600	S	119.600
SOLIDOS SEDIMENTABLES	M	10.000	S	130.000	S	130.000	S	130.000
DBO	M	19.600	S	254.800	S	254.800	S	254.800
DQO	M		M	46.800	M	46.800	M	46.800
NITROGENO TOTAL	M	12.600	M	37.800	M	37.800	M	37.800
FOSFORO	M	12.000	M	36.000	M	36.000	M	36.000
ANALISIS BACTERIOLOGIC	M	24.000	M	72.000	M	72.000	M	72.000
COSTE ANUAL TOTAL		117.500		1.207.600		1.207.600		1.207.600

Minúsculas: Determinación realizada en la EDAR

Mayúsculas: Determinación realizada en laboratorio exterior a la EDAR

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de plantas existentes.

TABLA IX.5
DETERMINACIONES ANALITICAS EN LAS EDAR Y COSTE ANUAL

PARAMETRO	OXIDACION TOTAL		CANAL OXIDACION		Lodos Activos (< 20.000 h)	
	FRECUENCIA	COSTE ANUAL	FRECUENCIA	COSTE ANUAL	FRECUENCIA	COSTE ANUAL
ALIMENTACION EDAR						
CAUDAL	d		d		d	
pH	d		d		d	
TEMPERATURA	d		d		d	
SOLIDOS SUSPENSION	S	119.600	S	119.600	S	119.600
SOLIDOS SEDIMENTABLES	T	10.000	T	10.000	T	10.000
SOLIDOS DISUELTOS	M	15.600	M	15.600	M	15.600
DBO	S	254.800	S	254.800	S	254.800
DCO	M	48.800	M	48.800	S	202.800
NITROGENO TOTAL	M	37.800	M	37.800	M	37.800
FOSFORO	M	36.000	M	36.000	M	36.000
GRASAS	M	33.600	M	33.600	M	33.600
DETERGENTES	M	45.000	M	45.000	M	45.000
METALES PESADOS	M	284.000	M	284.000	M	284.000
TOXICOS	M	222.000	M	222.000	M	222.000
EFLUENTE DECANTADOR PRIMARIO						
SOLIDOS EN SUSPENSION						
DBO						
TURBIDEZ						
REACTOR BIOLOGICO						
CAUDAL RECIRCULACION	d				d	
MLSS	S	119.600	S	119.600	S	119.600
MLVSS	M	33.000	M	33.000	M	33.000
OXIGENO DISUELTO	d		d		d	
IVF	d		d		d	
S.S. EN RECIRCULACION	S	119.600			S	119.600
CAUDAL PURGA	d		d		d	
DIGESTION FANGOS						
pH						
SOLIDOS VOLATILES						
TEMPERATURA						
ALCALINIDAD						
CAUDAL DE GAS						
FANGOS DESHIDRATADOS						
SEQUEDAZ TORTA	S	130.000	S	130.000	S	130.000
MATERIA ORGANICA	M	48.000	M	48.000	M	48.000
EFLUENTE EDAR						
CAUDAL	d		d		d	
SOLIDOS EN SUSPENSION	S	119.600	S	119.600	S	119.600
SOLIDOS SEDIMENTABLES	S	130.000	S	130.000	S	130.000
SOLIDOS DISUELTOS	M	15.600	M	15.600	M	15.600
COLIFORMES	S	312.000	S	312.000	S	312.000
DBO	S	254.800	S	254.800	S	254.800
DCO	S	202.800	S	202.800	S	202.800
NITROGENO TOTAL	S	163.800	S	163.800	S	163.800
FOSFORO	S	156.000	S	156.000	S	156.000
OXIGENO DISUELTO	s		s		s	
TURBIDEZ	S	78.000	S	78.000	S	78.000
COSTE TOTAL ANUAL		2.968.000		2.848.400		3.124.000

Minúscula: Determinación realizada en la EDAR

Mayúscula: Determinación realizada en laboratorio exterior a la EDAR

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de plantas existentes

TABLA IX.6
DETERMINACIONES ANALITICAS EN LAS EDAR Y COSTE ANUAL

PARAMETRO	Lodos Activos (< 20.000-50.000 h)		Lodos Activos (50.000-100.000 h)		Lodos Activos (> 100.000 h)	
	FRECUENCIA	COSTE ANUAL	FRECUENCIA	COSTE ANUAL	FRECUENCIA	COSTE ANUAL
ALIMENTACION EDAR						
CAUDAL	d		d		d	
pH	d		d		d	
TEMPERATURA	d		d		d	
SOLIDOS SUSPENSION	s		3s		d	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	s		3s		d	
SOLIDOS DISUELTOS	s		3s		d	
DBO	3s		d		d	
DOO	3s		d		d	
NITROGENO TOTAL	S	163.800	s		d	
FOSFORO	S	156.000	s		d	
GRASAS	M	33.800	S	145.600	d	
DETERGENTES	M	45.000	S	165.000	d	
METALES PESADOS	M	264.000	3M	792.000	3M	792.000
TOXICOS	M	222.000	3M	666.000	3M	666.000
EFLUENTE DECANTADOR PRIMARIO						
SOLIDOS EN SUSPENSION	m		s		s	
DBO	m		s		s	
TURBIDEZ	m		s		s	
REACTOR BIOLÓGICO						
CAUDAL RECIRCULACION	d		d		d	
MLSS	3s		d		d	
MLVSS	3s		d		d	
OXIGENO DISUELTO	d		d		d	
IVF	d		d		d	
S.S. EN RECIRCULACION	3s		d		d	
CAUDAL PURGA	d		d		d	
DIGESTION FANGOS						
pH	s		d		d	
SOLIDOS VOLATILES	2M	66.000	s		d	
TEMPERATURA	d		d		d	
ALCALINIDAD	2M	60.000	s		d	
CAUDAL DE GAS						
FANGOS DESHIDRATADOS						
SEQUEDAD TORTA	s		s		3s	
MATERIA ORGANICA	2M	48.000	s		s	
EFLUENTE EDAR						
CAUDAL	d		d		d	
SOLIDOS EN SUSPENSION	s		s		d	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	s		s		d	
SOLIDOS DISUELTOS	s		s		d	
COULFORMES	s		s		d	
DBO	3s		d		d	
DOO	3s		d		d	
NITROGENO TOTAL	S	163.800	s		d	
FOSFORO	S	156.000	s		d	
OXIGENO DISUELTO	s		s		d	
TURBIEDAD	s		s		d	
COSTE TOTAL ANUAL		1.378.200		1.798.600		1.458.000

Minúscula: Determinación realizada en la EDAR

Mayúscula: Determinación realizada en laboratorio exterior a la EDAR

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de plantas existentes

**TABLA IX.7
PRECIOS UNITARIOS DE ANALISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	Pts/Ud	PARAMETRO	Pts/Ud
pH	1.000	FOSFORO TOTAL	3.000
OXIGENO DISUELTO	1.500	ACEITES Y GRASAS	2.800
DQO	3.900	VOLATILES	2.750
DBO	4.900	ALCALINIDAD	2.500
SOLIDOS SUSPENSION	2.300	BARRIDO METALES PESADOS	22.000
SOLIDO DISUELTOS	1.300	DETERGENTES	3.750
SOLIDOS SEDIMENTABLES	2.500	TOXICIDAD	18.500
TURBIDEZ	1.500	SEQUEDAD DE TORTA	2.500
MLSS	2.300	MATERIA ORGANICA	4.000
MLVSS	2.750	ANALISIS BACTERIOLOGICO	6.000
NITROGENO TOTAL	3.150		

Fuente: Elaboración propia a partir de ofertas reales de laboratorios homologados

En las tablas IX.4, IX.5 y IX.6 además de los análisis a realizar y la frecuencia de los mismos, en función del tipo y tamaño de la planta de tratamiento, se instalación se recogen los costes por parámetro y año, así como el coste total anual para cada tipo de instalación, de acuerdo con los precios unitarios indicados en la tabla IX.7.

De acuerdo con el coste anual en análisis para cada modelo de instalación, y conociendo el tipo, tamaño y número de actuaciones previstas en el Plan Regional de Saneamiento, se obtiene que el volumen de negocio anual previsible por este concepto en la Comunidad de Castilla y León será próximo a quinientos veinticinco millones de pesetas anuales. Si se consideran los análisis especiales que se puedan contratar por las grandes plantas, como contraste, o bien determinaciones específicas, la cifra de negocio sería próxima a los seiscientos millones de pesetas/año.

Cabría pensar que una parte importante de estos análisis fuera realizado en laboratorios ubicados fuera de la región, como puede ser en Madrid o en el País Vasco por proximidad geográfica; ahora bien también hay que considerar que este volumen de muestras generado por aplicación de la normativa e instalación de numerosas plantas de tratamiento va a afectar a todo el territorio nacional, y al generarse una demanda local importante, se crearán laboratorios externos, o bien delegaciones locales de otros existentes. Debe considerarse que la realización de los mismos fuera de la Comunidad castellano leonesa acarrearía unos extracostos importantes por transporte y desplazamientos.

En la actualidad, según datos recogidos, el número de laboratorios homologados en la región como colaboradores de la Administración (Grupo 3) es de dos, al margen de otras pequeñas instalaciones no homologadas.

Siendo conservadores, se supone que en la región se llevará a cabo como mínimo un 80% del total del negocio, pasando el resto a otras regiones limítrofes, entre otras razones, por el peso que tiene en el servicio el traslado del personal para la toma de muestras y el transporte, lo que supondrá una ampliación de los dos laboratorios actualmente existentes y/o la creación de otros nuevos.

De acuerdo con lo anteriormente indicado, el volumen de negocio que previsiblemente quede en la región y que será generador de empleo, será del orden de cuatrocientos ochenta millones de pesetas/año.

Según datos obtenidos de laboratorios actualmente en actividad, el nivel de facturación por persona y año es del orden de 10.000.000 pts, lo que supondría para la región castellano leonesa una creación de empleo próximo a las cuarenta y ocho personas.

La cualificación profesional y la estructura del personal que presta sus servicios profesionales en laboratorios de análisis en este campo de actividad, de acuerdo con la información recibida de alguno ya existente, tiene una distribución como la indica a continuación:

- 20% personal no especializado en estos menesteres, como pueden ser, administrativos, ayudantes de laboratorio, servicios varios, etc.
- 25% personal técnico superior, principalmente licenciados en ciencias químicas, biológicas y farmacia, o de grado medio con especialidad en química y experiencia en esta actividad.

- 55% Formación profesional segundo grado, especializados en análisis químico de aguas, manejo de instrumentación analítica, ensayos de laboratorio, toma de muestras, etc.

En el caso de que las muestras sean tomadas por el laboratorio externo, el incremento de personal para esta actividad es de aproximadamente como se indica a continuación:

- 20% para el personal de formación profesional de segundo grado
- 10% para personal técnico superior o de grado medio
- 10% para personal no cualificado.

Por ser la toma de muestras una práctica habitual de los laboratorios externos, por la metodología a aplicar, la preservación de las muestras y su adecuación para el transporte; en la estimación de creación de empleo por análisis en el exterior, que se indica más adelante, se ha supuesto que las muestras son tomadas por personal del laboratorio externo homologado.

A partir del número de análisis precisos y la distribución y estructura de costes anteriormente indicada, la previsible creación de empleo para las diferentes categorías laborales en la comunidad de Castilla y León, por creación o ampliación de laboratorios de análisis químico, así como por toma de muestras, podría ser aproximadamente la siguiente:

- Técnicos superiores o de grado medio responsables de los análisis y pruebas a realizar en el laboratorio : 12

- Formación profesional de segundo grado analistas de laboratorio y para toma de muestras en campo: 32

- Personal no especializado: 11

La formación requerida para este personal es idéntica, en todos los niveles, a la prevista para el personal que presta sus servicios en los laboratorios propios de las estaciones depuradoras, al ser sus funciones y tipo de determinaciones las mismas en ambos casos.

9.9. Ingeniería de las plantas a construir en la industria del sector de la agroalimentación

El sector agroalimentario se ve afectado por la aplicación de la Directiva 91/271/CEE, precisando adecuar las características de sus efluentes con la instalación de plantas depuradoras, antes de su vertido a los cauces receptores, o bien con los pretratamientos adecuados que eliminen o reduzcan aquellos parámetros contaminantes del agua residual que puedan interferir en las plantas urbanas si vierten a las redes de colectores municipales.

Es de señalar que este tipo de industria se caracteriza por tratarse de un sector muy atomizado, que al margen de un pequeño grupo de grandes compañías industriales, está constituido por un gran número de muy pequeñas empresas, en muchos casos de tipo familiar y con unas tecnologías que se podrían definir como artesanales. Esto lleva consigo un desconocimiento prácticamente total de las tecnologías y sistemas de depuración necesarios y apropiados para sus vertidos, por lo que van a necesitar

de un fuerte apoyo externo de compañías de ingeniería y consultoría, así como de análisis y control de sus vertidos.

Debido a tratarse de pequeñas instalaciones industriales, por lo general sus vertidos no van a ser de caudales elevados; aunque por su naturaleza pueden tener unas cargas contaminantes elevadas, lo que lleva consigo la necesidad de su depuración antes de la evacuación final de las instalaciones. Estas características van a suponer el realizar estudios internos de minimización de vertidos y la instalación de procesos de tratamiento de tecnologías fácilmente operable y segura. Esto lleva consigo que los porcentajes de las inversiones precisas en Consultoría e Ingeniería van a ser superiores que en otros tipos de instalaciones.

En la Comunidad de Castilla y León este tipo de actividades se encuentra bastante extendida, aunque no tanto como sería de imaginar, teniendo en cuenta la importancia de la producción del sector agrícola y ganadero de la región, debido fundamentalmente a la exportación a otras regiones donde se elaboran y transforman sus productos antes de llegar al consumidor. De todas formas, a pesar de lo mencionado con anterioridad, en esta Comunidad se encuentra ubicado casi el diez por ciento de esta actividad del total nacional.

De acuerdo con estudios llevados a cabo por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, el sector de la industria agroalimentaria precisará unas inversiones, en el tratamiento de sus aguas residuales en los próximos diez años, del orden de doscientos mil millones de pesetas, lo que supondría una inversión estimada en la Comunidad de Castilla y León del orden de veinte mil millones de pesetas.

9.10. Tratamiento y aplicación de fangos deshidratados procedentes de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas.

Como ya se ha indicado en el capítulo precedente, las plantas depuradoras de aguas residuales generan unos lodos o fangos deshidratados a unas concentraciones próximas al 25%, como producto final que se evacúa de las instalaciones, existiendo diferentes sistemas de eliminación definitiva de estos subproductos.

En las pequeñas depuradoras estos fangos deshidratados son retirados generalmente por agricultores de la zona para su utilización por aplicación directa sobre el terreno, almacenando la depuradora los mencionados fangos hasta su retirada.

En instalaciones grandes o medias, la generación de fangos es lo suficientemente importante como para no disponer los agricultores próximos a la depuradora de capacidad de consumo de la producción total, lo que obliga a disponer de sistemas específicos para la evacuación, deposición o tratamiento de los mismos. Por otra parte, la Directiva 91/271/CEE, recomienda su reutilización en la agricultura.

En estas últimas instalaciones, la forma de evacuación es a vertedero municipal, o bien su transformación en compost y comercialización del producto así terminado por terceros. Este último caso dentro de la región es el utilizado por las depuradoras de Avila y de Burgos, (la retirada de los lodos de esta última, en el momento de redactar el presente estudio, ha salido a concurso público, estimándose un coste para la empresa municipal de aguas de esta capital entre 1.200 y 1.500 pesetas la tonelada de lodo retirado de la planta depuradora).

En la estimación del empleo generado por esta actividad no se ha considerado el personal preciso para el transporte de los fangos y/o producto terminado, ni para el

control de toxicidad y analítica de los mismos, que será efectuado por un laboratorio especializado externo; así como en la posible comercialización del producto final obtenido.

Las necesidades de personal preciso para las actividades de tratamiento de los fangos deshidratados así como su cualificación va a depender del tamaño de la instalación, o lo que es lo mismo del volumen de fangos generados por la depuradora y se encuentran recogidas en la tabla IX.8. Esta estimación se ha basado en la experiencia de plantas operativas en la actualidad.

De acuerdo con la tabla indicada anteriormente, teniendo en cuenta que no es previsible que esta actividad se desarrolle para instalaciones que den servicio a depuradoras de menos de treinta mil habitantes equivalentes, el número de instalaciones a realizar (incluyendo depuradoras actualmente existentes y sin tratamiento de los fangos deshidratados), será de quince y el número total de empleos producidos por esta actividad será el siguiente:

- Técnicos de grado medio, responsables de las instalaciones: 8
- Personal con nivel de formación profesional, responsables de la operación de las instalaciones: 44
- Personal no cualificado para la operación de las instalaciones: 33
- Personal administrativo con cualificación a nivel de formación profesional: 8

TABLA IX.8**CUALIFICACION Y NUMERO DE EMPLEOS GENERADOS EN EL TRATAMIENTO DE LOS FANGOS DESHIDRATADOS**

TAMAÑO POBLACION h-e	T.M.	F.P	N.C	AD
> 200.000	1	5	3	1
200.000 - 75.000	1	3	2	1
30.000 - 75.000		2	2	

T.M.: Técnico de Grado Medio

F.P.: Formación Profesional

N.C.: No cualificado

AD : Administrativo con Formación Profesional

Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de plantas operativas en la actualidad

Debido al bajo número de empleos creados en la Comunidad de Castilla y León por estos conceptos, no se han previsto cursos específicos para la especialización en estas materias.

9.11. Resumen de la generación de empleo en la Comunidad Autónoma de Castilla y León por la aplicación de la Directiva 91/271/CE

A lo largo de este capítulo se han llevado a cabo las estimaciones y evaluaciones de generación de empleo en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, por los diferentes conceptos que van a suponer los estudios previos y complementarios, ingeniería, construcción, montaje, puesta en marcha y posterior explotación y mantenimiento de las diferentes plantas depuradoras y colectores que integran el Plan Regional de Saneamiento de la Junta de Castilla y León, recogido en su integridad en el Plan Nacional de Depuración, del Ministerio de Obras Públicas Transportes y medio Ambiente, así como las actividades paralelas y complementarias que van a tener lugar.

En la tabla IX.9 se recogen de forma resumida los empleos permanentes que se pueden generar en la región de forma directa por aplicación de la Directiva comunitaria, clasificados por categorías laborales, tanto en la explotación y mantenimiento de estaciones depuradoras, como por los grupos de apoyo, sistemas integrales del agua, tratamiento y comercialización de los fangos deshidratados y laboratorios de control externo.

En la tabla IX.10 se recogen los empleos que se van a generar en la región en el período que dure la aplicación del Plan Nacional de Depuración (año horizonte 2.005), debido a la realización de estudios, proyectos, construcción, montaje y puesta

TABLA IX.9**GENERACION DE EMPLEO ESTABLE EN LA COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEON**

ACTIVIDAD	TS/TM	FP-EM	FP-AN	FP-AD	NC
Explotación y Mantenimiento Empleos directos	87	715	17	11	311
Equipos de Apoyo a EDAR	30	60	30	15	30
Sistemas de Gestión del Agua	5		25		
Laboratorios Externos	12		32	6	5
Tratamiento lodos deshidratados	8	44		8	33
TOTAL	142	819	104	40	379

TS/TM : Técnico superior o de grado medio

FP-AN : Formación Profesional rama análisis

FP-EM : Formación Profesional rama mecánica o electricidad

NC : No cualificados

FP-AD : Formación Profesional rama Administrativo

Fuente: Elaboración Propia

TABLA IX.10**EMPLEO GENERADO DURANTE LA APLICACION DEL PLAN REGIONAL DE SANEAMIENTO DE CASTILLA Y LEON**

ACTIVIDAD	TS/TM	FP-AD	OTROS
Estudios asociados al Plan Regional de Saneamiento	63	10	
Construcción de las nuevas EDAR	54	20	445
Ingeniería en depuración Industria Agroalimentaria	8	3	
TOTAL	125	33	445

TS/TM : Técnico superior
o de grado medio

OTROS : FP diversas ramas y
no cualificados

FP-AD : Formación Profesional
rama Administrativo

Fuente: Elaboración Propia

en marcha de las futuras estaciones depuradoras de aguas residuales, así como las actuaciones que se tendrán que llevarse a cabo en la industria agroalimentaria para corregir su déficit en saneamiento de sus aguas residuales. Como ya se ha indicado con anterioridad, es de prever que una parte importante de los estos puestos de trabajo se consoliden debido fundamentalmente a nuevas realizaciones, modificaciones de las instalaciones existentes, normativas legales cada vez más exigentes, así como a la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales no recogidas en la Directiva 91/271/CEE objeto del presente estudio piloto.

Una parte importante del personal técnico tanto a nivel superior como de grado medio, que desarrollará su labor en las fases de construcción, montaje y puesta en servicio de las depuradoras, es personal potencialmente deficitario de formación específica en el campo del medio ambiente, y aunque en algunos casos no es imprescindible esta formación, si lo es en la mayoría, lo que supone la necesidad de creación de nuevos cursos de formación para este personal, máxime si, como se ha indicado con anterioridad, es probable que la mayor parte de los puestos creados se consoliden por la continuidad esperada de estas actividades.

Por otra parte es de indicar que el número de cursos Superiores de Ingeniería y Gestión Medioambiental impartidos hasta la actualidad por la Escuela de Organización Industrial en la región ha sido reducido, así como que la mayor parte de los asistentes procedían de industrias determinadas, que aspiraban a una formación específica en este campo de actuación, con el fin de desarrollar su labor profesional en sus respectivas empresas y no como solución alternativa a su futura actividad profesional.

Igualmente, hay que tener en consideración que el curso de Ingeniería y Gestión Medioambiental, está dirigido a todos los ámbitos del medio ambiente, como son el agua, aire, ruidos, residuos sólidos, gestión, impactos ambientales, etc; muy completos en su desarrollo pero no dedicados de manera específica al tratamiento de aguas, por lo que se aleja mucho de las nuevas necesidades de formación orientadas en la mayoría de los casos a la explotación y mantenimiento de plantas depuradoras urbanas, que es incluso una pequeña parte, concreta y específica, del trabajo en el campo de las aguas residuales.

Es de indicar que si las necesidades de formación para técnicos de grado superior y medio van a ser importantes, en el nivel donde se van a producir las mayores necesidades de personal es en el de formación profesional de segundo grado, como puede comprobarse en las diferentes tablas incluidas en este capítulo.

Dentro de las diferentes especialidades de que se compone la formación profesional en nuestro país, hay entre otras, cuatro ramas como son la de mecánica, electricidad, electrónica y análisis químico, que tienen los conocimientos básicos y fundamentales, que complementados con una formación específica en tratamiento de aguas residuales urbanas, les capacite para realizar su futuro trabajo en el mantenimiento y explotación de las estaciones depuradoras, así como en las diferentes actividades complementarias que se van a originar.

Es de indicar que para la formación de especialistas con un nivel de estudios previo de FP no existen prácticamente cursos de capacitación técnica o enseñanzas regladas en nuestro país de forma regular, y menos aún en la comunidad Castellano leonesa, siendo en este segmento donde las necesidades van a ser más importantes como ya se ha indicado previamente. Por otra parte y por lo general va a ser el nivel con teóricamente menos posibilidades económicas para la realización de cursos de

formación así como de realizar los desplazamientos que se precisen para la asistencia a dichos cursos, por lo que sería de gran interés, desde el punto de vista formativo y social, que además de la celebración de cursos de capacitación a desarrollar en las capitales de provincia, o municipios de un volumen de población importante, en aquellas zonas que van a necesitar mayor número de personal se estudiase la posibilidad y se desarrollasen enseñanzas para este sector por vías paralelas y de un coste por alumno mínimo, como podría ser la enseñanza por correspondencia o cursos a distancia.

La evaluación de los puestos de trabajo se ha realizado de acuerdo con las previsiones tanto del Plan Regional de Saneamiento de la Junta de Castilla y León como del Plan Nacional de Depuración del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, entendiéndose que cualquier variación en el alcance o duración de los mismos se va a traducir de forma automática en la posible generación de empleo, así como su dilatación en el tiempo retrasaría igualmente la generación de los puestos de trabajo estimados hasta el año horizonte 2.005. Lo anteriormente indicado no es previsible que ocurra por los datos de que se dispone en la actualidad, ya que los plazos establecidos por la Directiva 91/271/CEE son fijos y concretos y al no haber solicitado el Estado español período de cadencia para la aplicación de la misma, e incluso el haber aprobado en consejo de Ministros el Plan Nacional de Depuración el pasado mes de febrero, en el cual se cuantifican los recursos, se fijan las formas de financiación y se dictan las normas para su ejecución. Igualmente se ha desarrollado la normativa del canon de saneamiento que permitirá a los Ayuntamientos como máximos responsables de la depuración, la financiación de la explotación y mantenimiento de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales a llevar a cabo.

CAPITULO X

DISEÑO Y ORGANIZACION DE CURSOS

CAPITULO X: DISEÑO Y ORGANIZACIÓN DE CURSOS

La aplicación de la Directiva 91/271/CEE como se ha indicado en los capítulos precedentes, va a originar una creación de empleo de diferentes especialidades, que al no existir enseñanzas oficiales para los mismos, va a requerir cursos específicos de formación y capacitación.

En este capítulo se recogen tanto las características generales para los diferentes cursos como las específicas a cada uno de ellos.

Para el diseño de los diferentes cursos se ha tenido en cuenta entre otros los siguientes factores:

- Creación de empleo en la Comunidad de Castilla y León por la entrada en vigor de la Directiva 91/271/CEE.
- Formación académica y laboral previa de los futuros alumnos.
- Necesidad de formación complementaria y específica de acuerdo con las responsabilidades y funciones a realizar en este campo de actividad.
- Formación teórico práctica, con inclusión de visitas a diferentes instalaciones de depuración, laboratorios de control, etc.

- En los cursos específicos, además de los temas concretos de su especialidad, se han incluido otra serie de temas globales referentes a la problemática de la contaminación de los cauces, sistemas de tratamiento y control, impacto en el medio receptor, legislación, etc; de tal forma que el alumno disponga al finalizar el curso de una visión de conjunto de la problemática creada por los vertidos, y se conciencie de la importancia de su trabajo.
- Posibles Organismos y entidades públicas o privadas que en principio pudiesen estar interesadas en la colaboración con los diferentes cursos.

Dentro de las posibilidades de realización de cursos, y de acuerdo con la generación de empleo y tipología de los mismos, estudiado en otro capítulo, las especialidades más idóneas aparentemente serían las siguientes:

- Curso para jefes de planta, técnicos en empresas de servicios o Ayuntamientos y jefes de servicios mancomunados.
- Curso para responsables de laboratorios de EDAR, personal técnico de laboratorios externos o municipales.
- Curso para responsables de mantenimiento de estaciones depuradoras de aguas residuales.
- Curso para analistas en EDAR o laboratorios medioambientales.
- Curso para técnicos en instrumentación y equipos de control.

- Curso para operadores de EDAR.
- Curso de ingeniería de la depuración de las aguas residuales urbanas, similar al módulo de Aguas del Master de Ingeniería y Gestión Medio Ambiental.

Es de indicar que debido a la previsible demanda de estos cursos, la generación de empleo, la asistencia incluso de profesionales de este sector y las distancias en la región, va a ser preciso la realización de los mismos en diferentes puntos. Esto va a requerir una logística importante y una programación cuidadosa, en función de la generación de necesidades a lo largo del tiempo que dure la realización del Plan Regional de Saneamiento.

Así mismo, se ha diseñado un curso corto específico sobre la problemática en la industria agroalimentaria, de gran implantación en la región, y que se ve afectada igualmente por la Directiva 91/271/CEE.

10.1. Características generales de los cursos

10.1.1. Objeto de los cursos

La aplicación de la Directiva 91/271/CEE va a llevar consigo la construcción de una importante infraestructura tanto a nivel Nacional como en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, fundamentalmente en redes de saneamiento y plantas depuradoras de aguas residuales.

El objetivo final de los planes de saneamiento no es la construcción de las instalaciones necesarias, sino la mejora de la calidad de los cauces receptores, de

forma que sus aguas alcancen unos niveles de calidad tal que puedan ser usadas por las poblaciones situadas aguas abajo de los vertidos y permitan el correcto desarrollo de sus ecosistemas acuáticos, desaparecidos en muchos ríos hace ya mucho tiempo.

Lo indicado anteriormente significa básicamente que no se trata de construir depuradoras, sino de que éstas cumplan con los objetivos marcados en los proyectos, y alcancen los niveles de depuración para los cuales fueron diseñadas y construidas.

Esto supone una correcta explotación y mantenimiento de las mismas, para evitar que se reproduzca la situación de un pasado, no muy lejano, en que depuradoras de nueva construcción, por diferentes motivos, dejaron de estar operativas en poco tiempo.

Una correcta explotación y mantenimiento requiere, además de unas asignaciones económicas elevadas, unas dotaciones de personal técnico a todos los niveles muy importantes que aseguren con sus conocimientos el alcance de los fines propuestos, así como conseguir una vida útil de las instalaciones prolongada que permita rentabilizar las inversiones efectuadas.

Debido al escaso número de instalaciones operativas en la región, la experiencia profesional es mínima, y en consecuencia, la falta de preparación específica en este campo de actividad es muy importante, siendo el objetivo de los cursos propuestos el conseguir dotar a esta Comunidad del personal adecuado a todos los niveles para que la explotación y mantenimiento de las depuradoras que se construyan, así como los servicios periféricos externos de esas instalaciones, obtengan los fines propuestos.

Por otra parte, la ausencia en nuestro país de estudios específicos en este campo, tanto de tipo universitario como en escuelas de ingeniería a nivel superior o técnico, como a nivel de formación profesional, lleva consigo la necesidad de la realización

de cursos complementarios que doten a las instalaciones de los profesionales necesarios.

10.1.2. Organización docente

Para llevar a cabo cada uno de los cursos propuestos, será preciso disponer de una organización similar a la que se indica a continuación:

Director del programa

Será el máximo responsable de la preparación, organización, coordinación, control, desarrollo y efectividad del curso, debiendo adoptar todas aquellas decisiones necesarias para solventar los diferentes problemas que pudiesen surgir a lo largo del mismo.

Sobre la base del programa tentativo que se incluye en este estudio, deberá preparar el programa definitivo de estudios, tanto teórica como prácticos y visitas; buscar, contactar y contratar el profesorado más idóneo para cada uno de los temas, coordinar con cada uno de los profesores el alcance y desarrollo de los programas, con el fin de evitar solapes y dar continuidad a las diferentes materias impartidas, así como el contenido y alcance de las prácticas y visitas, de tal forma que sean concordantes con la teoría impartida.

De forma muy particular deberá controlar no solo la buena marcha organizativa del curso, sino el aprovechamiento de los estudios por parte del alumnado, proponiendo y aprobando de acuerdo con el profesorado los controles o pruebas que se consideren apropiados.

Igualmente será de su responsabilidad contactar, proponer, y llegar a acuerdos con entes locales donde se puedan desarrollar estos cursos, fijando el contenido de los mismos con las diferentes organizaciones, colegios profesionales, cámaras de comercio, etc, que lleven a cabo la organización local del curso, comprobando y aprobando la infraestructura y logística del mismo.

Como responsable máximo del curso, controlará los aspectos administrativos y económicos del mismo.

Dado que, en general, los cursos están vertebrados en módulos, podrá nombrar coordinadores técnicos para cada uno de los módulos. dentro del cuadro de profesores previstos, con el fin de ser asesorado en el número de temas, alcance de los mismos y captación del profesorado mas adecuado.

Puesto que alguno de los cursos se celebrará en distintas localidades, coordinará que los programas y el nivel sea lo más uniforme posible entre todos ellos.

Un mismo Director podrá dirigir distintos tipos de cursos, ahora y siempre que el número de ellos le permita ejecutar correctamente las diferentes misiones encomendadas.

La dirección del curso debería recaer en una persona con amplia experiencia didáctica y organizativa en cursos de formación, así como con experiencia laboral en las materias objeto de los cursos.

Coordinador del programa.

Su misión más importante es colaborar estrechamente con el director del programa en el cumplimiento de las múltiples actividades que éste debe realizar.

Deberá contactar con los diferentes profesores, solicitando los apuntes con tiempo suficiente para su edición y envío a los alumnos, así como recordarles con antelación sus horarios de clase, conociendo las necesidades del material pedagógico que pudiesen precisar y comunicándoselo al coordinador local del curso, con el fin de que esté todo dispuesto al comienzo de la clase.

Responsable local del curso.

Al celebrarse todos los cursos fuera de Madrid, deberá existir un responsable o director local del curso, preferiblemente una persona significativa dentro de la organización local que lleve a cabo el mismo, de tal forma que en colaboración con el director del programa den soluciones a los diferentes problemas que puedan ir surgiendo a lo largo del desarrollo del curso.

Contactará con el profesorado local si lo hubiese, así como con los destinatarios de las visitas, consiguiendo los diferentes permisos que se pudiesen requerir para las mismas.

Llevará a cabo los contactos con las administraciones locales, cámaras de comercio, colegios profesionales, universidades, Inem, etc, para captación de alumnos, colaborando en la selección de los mismos.

Montará la infraestructura y logística local, con los medios materiales y de servicios suficientes para el desarrollo del curso. El director del programa deberá conocer y aprobar este capítulo.

Coordinador local del curso.

Al igual que el coordinador del curso, deberá trabajar en íntima colaboración con el director local del curso.

Será importante que esta labor fuese encomendada a una persona asistente al curso, con el fin de conocer directamente el desarrollo del mismo, así como las necesidades que en la marcha del mismo pudiesen ir surgiendo.

En el caso de que no asista directamente al curso, deberá permanecer en el lugar donde se impartan las clases con antelación suficiente al comienzo de las mismas para recibir al profesorado, conocer sus necesidades, recibir los comentarios de los alumnos, pasar las hojas de firmas y retirarlas, resolver los problemas que pudiesen surgir durante el desarrollo de las clases, acompañar a los alumnos en todas las visitas, etc.

El coordinador local del curso, en función de los horarios de los profesores procedentes de otras zonas, preparará una relación de horarios de diferentes medios de transporte, alojamiento en hoteles próximos al lugar de celebración de los cursos, etc, y colaborará directamente en la solución de los problemas que pudiesen surgir durante la estancia del profesorado en su ciudad.

Personal docente.

Los diferentes profesores que formen el cuadro docente de cada uno de los cursos, serán especialistas en los temas a impartir, con probada experiencia práctica en el ejercicio de su profesión, así como en funciones docentes en cursos, seminarios, conferencias etc.

Debido a que el curso está enfocado hacia la formación práctica de los alumnos, a la hora de seleccionar al profesorado se tendrá muy en cuenta:

- Experiencia profesional en la materia que va a desarrollar.
- Experiencia en trabajos de ingeniería y consultaría del medio hídrico.
- Experiencia en el desarrollo de cursos similares al propuesto y valoraciones obtenidas.

Previamente al comienzo del curso y con antelación suficiente, cada uno de los profesores deberá entregar a la organización del mismo la siguiente documentación:

- Curriculum vitae resumido.
- Texto completo de las conferencias o temas a desarrollar de acuerdo con los formatos o estándares que definirá la organización del curso, con el fin de que la documentación general del curso forme un todo coherente.

- Resumen de las conferencias o temas a desarrollar, que se distribuirá entre el resto de los profesores del mismo módulo con el fin de no repetir conceptos, evitar solapes, o dejar algún apartado sin impartir.
- Certificado o declaración de no incompatibilidad con la impartición de los cursos.
- Necesidades materiales para el desarrollo de los temas, como proyector, vídeo, o materiales diversos para el desarrollo de las prácticas.

10.1.3. Captación de cursos

Debido a que estos cursos están especialmente dirigidos y diseñados para ser impartidos en la región de Castilla y León, aunque con posterioridad puedan ser extrapolables a otras regiones del territorio nacional, la primera gestión para la realización de los mismos debería ser la toma de contacto con los diferentes departamentos del Gobierno Autónomo de esta Comunidad, involucrados en estas actividades, con el fin de planificar conjuntamente y en función de las futuras necesidades, el posible número de cursos a desarrollar, el tipo de los mismos, así como las ubicaciones provinciales más idóneas.

En una segunda etapa se debería contactar con diferentes entes locales como posibles colaboradores del curso. Entre estos se podrían encontrar:

- Delegaciones locales del Gobierno Autónomo, fundamentalmente de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial.

- Cámaras de Comercio.
- Ayuntamientos y servicios municipales de suministro y depuración de aguas.
- Colegios y asociaciones profesionales a los que va dirigido el curso.
- Universidades, Escuelas de Ingeniería Superior y Técnica, y Colegios Universitarios.
- Cajas de ahorro locales, provinciales o regionales.
- Instituto Nacional de Empleo.
- Institutos y Corporaciones regionales o locales de desarrollo.

10.1.4. *Infraestructura e instalaciones*

La entidad colaboradora local deberá disponer o conseguir el uso de los locales precisos para el desarrollo del curso, como son aulas con capacidad suficiente para el alumnado previsto, zona de descanso, etc, a poder ser en zona céntrica o fácilmente comunicada mediante transporte público, así como la posibilidad de disponer de cafetería y/o comedor propio o en las proximidades.

Igualmente deberá disponer de sistemas de comunicación (teléfono, fax, etc.), fotocopiadoras, y material para la correcta impartición de las clases, como pizarras, retroproyectors, proyectores de diapositivas, vídeo, ordenadores, etc.

10.1.5. Metodología didáctica

El contenido de los diferentes cursos se vertebrará en módulos, de acuerdo con los programas preliminares incluidos en otros apartados de este capítulo, y que agruparán aquellas materias y prácticas cuyo temario forme un conjunto de enseñanzas específico.

Cada módulo se compondrá de las siguientes fases:

- Clases teóricas.
- Clases prácticas.
- Visitas técnicas acordes con la materia impartida.
- En el caso de que las circunstancias locales lo permitiesen, prácticas en instalaciones operativas o en laboratorios de control.

Todas las actividades a desarrollar a lo largo del curso serán presenciales y se llevarán a cabo bajo la dirección del profesor correspondiente. En aquellos casos en que por el tipo de trabajo o prácticas a realizar sea conveniente la presencia de más de un profesor, los ayudantes serán designados directamente por éste.

En las visitas a instalaciones, las explicaciones deberán ser llevadas a cabo por alguno de los técnicos de las mismas, siendo acompañados los alumnos como mínimo por el coordinador local del curso. Siempre que sea posible y previamente a las visitas, los alumnos deberán disponer de los conocimientos apropiados de los diferentes temas a tratar, así como de una explicación preliminar de lo que van a visitar, con el fin de que el aprovechamiento sea óptimo.

10.1.6. *Captación y preselección del alumnado*

Una vez que se haya llegado a un acuerdo con un colaborador local, a través de anuncios en la prensa local, comunicados de los Colegios profesionales de la zona y de las Cámaras de Comercio, colaboración del INEM e incluso mailing directo, se dará a conocer el lanzamiento del curso a través de una sesión informativa, además de la información personalizada que el coordinador local suministre a los aspirantes a la realización del mismo.

Cuando se disponga de la relación de interesados en el curso se deberá llevar a cabo una preselección previa de los posibles futuros alumnos, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Formación académica.
- Formación profesional.
- Entrevista y valoración del candidato.
- Situación sociolaboral del aspirante.

- Posibilidades de readaptación a la nueva actividad.
- Lugar de residencia.

10.1.7. Evaluación del alumnaao

La evaluación del alumnado se llevará a cabo en los tres momentos siguientes:

- Evaluación inicial o diagnóstico.
- Evaluación procesual continua o formativa, basada en las siguientes facetas:
 - * Test de conocimientos.
 - * Ejercicio práctico
 - * Apreciación personal del profesorado.
 - * Grado de asistencia.

Esta evaluación continua dará origen a una calificación parcial por módulo, que será comunicada a los alumnos para el conocimiento de su marcha en el curso.

- Evaluación final obtenida a partir de los siguientes datos:

- * Conjunto de evaluaciones por módulos.
- * Trabajo o proyecto fin de curso tutorado por uno de los profesores del curso.

Con las notas finales obtenidas por los alumnos según se ha indicado anteriormente, se confeccionará una lista con la calificación final, ordenada en sentido descendente de puntuación, que se hará pública en el lugar en que se haya utilizado para las comunicaciones escritas durante el desarrollo del curso.

10.1.8. *Diploma*

A todos aquellos alumnos que hayan superado las diferentes evaluaciones del curso, se les entregará al final del mismo un diploma acreditativo.

Igualmente, y a requerimiento de los alumnos que lo soliciten, se les entregará certificado de asistencia y de los programas completos con las diferentes materias impartidas en el mismo.

Para la obtención del diploma será imprescindible la asistencia como mínimo a un 80% de las actividades de cada uno de los módulos.

10.1.9. *Condiciones técnicas generales*

Preselección de alumnos

Se deberá preparar un dossier con la siguiente documentación:

- Relación nominal de solicitantes.

- Relación nominal de solicitantes excluidos de las pruebas de preselección por no cumplir alguno de los requisitos solicitados, indicando el motivo de su eliminación.
- Relación nominal de solicitantes excluidos del curso, indicando la causa de su exclusión.
- Relación de admitidos, incluyendo los aportes documentales de su formación y/o condiciones particulares.

Se deberá comunicar a todos los solicitantes su inclusión o no en la fase de selección, así como su admisión al curso.

Entrega de documentación a los alumnos.

La información y documentación a recibir por los alumnos será la siguiente:

- Normas de régimen interno por las que se regirá el curso, así como formas de evaluación, asistencias, justificación de las faltas, etc.
- Dos semanas antes del comienzo del curso, programa preliminar de tiempos del curso, indicando específicamente los días lectivos, horarios previstos, lugar de realización de las clases, y duración de cada una de las unidades didácticas.
- Al comienzo de cada módulo:
 - * Programa completo del mismo

- * Relación de profesores, incluyendo datos de contacto.
- * Documentación completa del mismo.
- Durante el desarrollo del curso, aquella documentación que no estando incluida en el mismo, pudiesen entregar los diferentes profesores, como complemento de la misma.
- Con una semana de antelación, información de las visitas a realizar, con horario completo de las mismas, condiciones que puedan concurrir: como medidas de seguridad, ropa a utilizar, normas aplicables por el visitado, etc.
- Con una semana de antelación, la convocatoria de los test o pruebas prácticas a realizar por los alumnos, indicando el tipo de prueba, temas a evaluar, duración de la misma, necesidades de material auxiliar como calculadoras, elementos de dibujo, posibilidad o no de utilizar documentación, así como toda aquella información precisa para el correcto desarrollo de la prueba.

Personal asignado al curso

El personal dedicado al desarrollo formativo a nivel de dirección o coordinación, deberá permanecer asignado al curso hasta su finalización, salvo causa justificada, con el fin de no alterar la marcha del mismo.

Igualmente se procurará que los cambios de profesorado sean los mínimos posibles.

Informe de resultados

Una vez concluido el curso, y por el director del mismo se realizará un informe final que incluirá como mínimo los siguientes apartados:

- Memoria del desarrollo del curso
- Incidencias
- Programa real efectuado.
- Evaluación de los alumnos
- Evaluación de la calidad de los trabajos y proyectos presentados como trabajo final de curso.
- Evaluación del personal docente.
- Evaluación de la estructura y medios auxiliares.
- Evaluación organizativa.
- Evaluación de visitas y prácticas .
- Evaluación global del curso.
- Grado de aceptación y calificación del curso por parte de:

- * Alumnos
- * Profesorado
- * Organismo local colaborador.

- Propuesta de medidas correctoras para cursos futuros.
- Resultados económicos.

Seguimiento profesional posterior del alumno

Sería muy interesante que el ente local colaborador llevase a cabo después de un año, una vez finalizado el curso, una encuesta entre los asistentes, con el fin de conocer de forma fehaciente los resultados, en cuanto a utilidad para encontrar trabajo en este sector u otros, número de colocados reales, mejoras en su puesto laboral, etc.

De toda la información y documentación generada a lo largo del curso, se mantendrán dos copias, una en poder del organismo promotor y otra para el colaborador local.

Toda la documentación de un curso deberá ser reutilizada en lo posible en los cursos similares que se lleven a cabo en otras localidades, excepto la documentación entregada por los profesores, que se considera propiedad de ellos, salvo aceptación por escrito de los mismos.

10.2. Curso para Jefes de Planta. Personal Técnico Superior en Empresas de Servicios y Ayuntamientos

10.2.1. Denominación del curso

Técnico en dirección y gestión de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas.

10.2.2. Objeto del curso

Formación teórico práctica para los futuros responsables, tanto de la Administración como de empresas de servicios de explotación y mantenimiento, en la dirección directa o indirecta de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas, fundamentalmente en las siguientes áreas del conocimiento:

- Técnicas y procesos de depuración.
- Explotación y mantenimiento de instalaciones.
- Sistemas de control, tanto a nivel de planta como de laboratorio.
- Legislación Ambiental.
- Recursos humanos.
- Gestión de un sistema o plan de saneamiento.
- Administración y control económico.

El fin último de esta formación es la creación de profesionales en este campo específico de la tecnología, que permita obtener el máximo rendimiento de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas actualmente existentes, y de las que se van a construir en un futuro próximo, con los mínimos costes posibles; lo que redundará en una mejor calidad de nuestros cauces receptores, disponer de recursos para otras actividades medioambientales, así como obtener el máximo rendimiento de las inversiones realizadas.

10.2.3. *Número de alumnos por curso*

Al tratarse de unos cursos fundamentalmente teórico - prácticos, el número de alumnos debería situarse entre 25 y 30.

10.2.4. *Duración*

La duración del curso se establece en principio en 250 horas totales, en las que se incluyen tanto las clases prácticas y teóricas como las visitas a diferentes instalaciones de depuración operativas, conferencias, mesas redondas, etc.

Debido a que el alumnado de los diferentes cursos va a tener una procedencia provincial o de varias provincias limítrofes, se establece como criterio general el realizarlo tres días por semana, dejando los otros dos días para el trabajo individual de los alumnos. El número de horas lectivas diarias se establece en ocho, dividiéndose el tiempo, siempre que el desarrollo del programa lo permita, en media jornada de teoría y la otra media de prácticas o bien visitas a diferentes instalaciones.

10.2.5. *Destinatarios*

Formación académica.

Sin que la relación que se indica a continuación sea excluyente, los destinatarios del curso en orden de preferencia a la hora de llevar a cabo la selección serían:

- Ingenieros Superiores Industriales o de Caminos y Licenciados en Ciencias Químicas.
- Ingenieros Superiores y Licenciados en Ciencias de otras ramas.
- Ingenieros Técnicos Industriales en las ramas química, electricidad, mecánica, o similares, con experiencia en estos campos de actividad.

Sería aconsejable que dispongan de formación complementaria en cursos, máster, etc, relacionados con la depuración de aguas residuales.

Formación profesional.

Se deberá tener muy en cuenta la experiencia previa que puedan presentar los posibles alumnos en alguno de los siguientes campos:

- * Explotación y mantenimiento en estaciones depuradoras de aguas residuales
- * Explotación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas potables.

- * Ingeniería, consultoría, construcción, etc, de plantas depuradoras de aguas residuales o potables.
- * Construcción de equipos y montaje de estaciones depuradoras o de aguas potables.
- * Mantenimiento de plantas industriales aún en sectores diferentes al objeto de este curso.
- * Montajes industriales.
- * Ingeniería, consultoría, y servicios para plantas industriales.

10.2.6. *Posibles Entidades interesadas en la colaboración con estos cursos*

- Junta de Castilla y León, y delegaciones locales del Gobierno Autónomo, fundamentalmente de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- Cámaras de Comercio.
- Ayuntamientos y servicios municipales de suministro y depuración de aguas.
- Colegios y asociaciones profesionales a los que va dirigido el curso.
- Universidades y Colegios universitarios.

- Cajas de ahorro locales, provinciales o regionales.
- Instituto Nacional de Empleo.

10.2.7. Programa preliminar del curso

Modulo I: General

- Problemática de la contaminación del medio hídrico.
- Química del agua.
- Principales elementos contaminantes.
- Composición de las aguas residuales urbanas.
- Procedimientos y métodos analíticos de laboratorio.
- Influencia de los vertidos industriales a la red de colectores urbanos.
- Impacto en los cauces receptores de los vertidos. Modelización de los efectos producidos.

Módulo II: Procesos y operaciones unitarias en tratamiento de aguas residuales urbanas.

- Clasificación de los procesos y operaciones unitarias.

- **Pretratamiento.**
- **Tratamiento primario.**
- **Tratamientos secundarios o biológicos.**
- **Desinfección.**
- **Eliminación de nitrógeno y fósforo.**
- **Tratamientos físico-químicos.**
- **Otros tratamientos.**
- **Espesamiento de fangos.**
- **Digestión anaerobia/aerobia de fangos.**
- **Sistemas de deshidratación.**
- **Destino final de los fangos deshidratados.**
- **Preparación y dosificación de reactivos.**
- **Línea de gas y recuperación energética.**
- **Otros procesos utilizados en tratamiento de aguas residuales industriales.**

Módulo III: Equipos y materiales.

- Equipos mecánicos en línea de agua: rejas, tamices, desarenadores, decantadores, espesadores, etc.
- Equipos de bombeo de agua, fangos y dosificación de reactivos
- Sistemas de inyección de aire: difusores, turbinas, soplantes, compresores, turbocompresores, etc.
- Agitación y equipos accesorios en digestores anaerobios.
- Equipos de deshidratación de fangos: filtros de bandas, prensa, centrífugas, etc.
- Unidades de cloración y dosificación de reactivos.
- Calderas, motogeneradores, etc, y equipos auxiliares.
- Instrumentos de control.
- Equipos eléctricos.
- Obra civil.
- Sistemas informáticos.

Módulo III: Problemática operacional.

- Variables y parámetros de control en los diferentes procesos y operaciones unitarias.
- Variación en el caudal y/o composición del agua residual de alimentación.
- Vertidos anormales, tóxicos, inhibidores o peligrosos.
- Problemas operacionales en el tratamiento previo.
- Problemas operacionales en el tratamiento primario.
- Problemas operacionales en los procesos biológicos.
- Problemas operacionales en el tratamiento de fangos.
- Problemas operacionales en la línea de gas.
- Problemas operacionales en otros tratamientos.
- Impactos ambientales en el entorno.

Módulo IV: Mantenimiento

- Operaciones básicas de mantenimiento.
- Mantenimiento por averías.

- **Mantenimiento preventivo.**
- **Mantenimiento predictivo.**
- **Mantenimiento correctivo.**
- **Mantenimiento obra civil.**
- **Mantenimiento equipos mecánicos.**
- **Mantenimiento instalaciones eléctricas.**
- **Mantenimiento Instrumentación y control.**

Módulo V: Legislación.

- **Legislación ambiental Comunidad Europea.**
- **Legislación Ambiental Nacional.**
- **Legislación Ambiental Comunidad Autónoma.**
- **Ordenanzas municipales.**
- **Canon de vertido/saneamiento.**
- **Legislación laboral del sector.**
- **Higiene y seguridad en el trabajo.**

- Legislación sobre los equipos y las instalaciones.

Módulo VI: Gestión.

- Sistemas de explotación y mantenimiento de una EDAR.
- Gestión integral del saneamiento.
- Configuración de los sistemas de explotación y mantenimiento de una EDAR.
- Recursos humanos:
 - * Selección de personal.
 - * Organización.
 - * Formación.
 - * Especialización.
 - * Motivación.
- Gestión de la EDAR:
 - * Explotación.
 - * Mantenimiento.

- * Laboratorio de Control.
- * Suministros y stock.
- * Control de costes.
- * Ahorro energético y recuperación de energía.
- * Retirada y evacuación de arenas, basuras y fangos deshidratados.
- * Sistemas informáticos de captación, control, integración y gestión de los datos.
- Seguridad e higiene en el trabajo.
- Control de costos:
 - * Personal
 - * Energía
 - * Reactivos, repuestos y materiales fungibles.
 - * Servicios exteriores.
 - * Retirada de subproductos.
 - * Gastos generales

* Amortización.

- Administración
- Mejoras en las instalaciones.
- Servicios generales.

El curso se completará con visitas a estaciones depuradoras operativas y/o en construcción, así como con conferencias o mesas redondas con los responsables locales y autonómicos del saneamiento y depuración de las aguas residuales, así como con entes ya operativos en otras regiones (Canal Isabel II, etc), con un tiempo previsto de 30 horas.

El programa anteriormente indicado es preliminar, debiendo adaptarse en cada uno de los cursos en función del tipo y tamaño de las instalaciones, forma de llevar a cabo los servicios de explotación y mantenimiento, necesidades locales, etc. La adaptación deberá realizarse conjuntamente con los colaboradores locales y coordinadores técnicos de cada uno de los módulos.

10.3. Curso para responsables de laboratorios de EDAR. Personal Técnico Superior de Laboratorios Externos o Ayuntamientos

10.3.1. Denominación del curso

Especialista en técnicas analíticas y de control en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas.

10.3.2. Objeto del curso

Formación teórico práctica para los futuros responsables, tanto de la Administración como de empresas de servicios de explotación y mantenimiento y laboratorios externos, en las diferentes técnicas analíticas físicas, químicas y biológicas precisas para el correcto control de las Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas y sus vertidos al cauce receptor.

La garantía y seguridad de la buena marcha de una estación depuradora de aguas residuales viene condicionada por el control analítico tanto físico y químico como biológico, no solo del efluente final, sino de la alimentación y de los diferentes procesos intermedios, de tal forma que cualquier desviación sobre los datos previstos es causa directa de un funcionamiento incorrecto del proceso, siendo la información aportada por el laboratorio el elemento fundamental para que los responsables de la instalación tomen las medidas apropiadas para corregir los problemas operacionales surgidos, así como comprobar la eficacia de las medidas adoptadas.

Por otra parte, la analítica llevada a cabo en el vertido final indicará el grado de cumplimiento de la instalación con los requisitos legales establecidos.

10.3.3. Número de alumnos por curso

Al tratarse de unos cursos fundamentalmente teórico - prácticos, el número de alumnos debería situarse entre 25 y 30.

10.3.4. Duración

La duración del curso se establece en principio en 180 horas totales, en las que se incluyen tanto las clases prácticas y teóricas como visitas a diferentes instalaciones

de depuración operativas y laboratorios especializados en este tipo de analítica.

Debido a que el alumnado de los diferentes cursos va a tener una procedencia provincial o de varias provincias limítrofes, se establece como criterio general el realizarlo tres días por semana, dejando los otros dos días para el trabajo individualizado de los alumnos. El número de horas lectivas diarias se establece en ocho, dividiéndose el tiempo, siempre que el desarrollo del programa lo permita, en media jornada de teoría y la otra media de prácticas o bien visitas a diferentes instalaciones.

10.3.5. Destinatarios

Formación académica.

Sin que la relación que se indica a continuación sea excluyente, los destinatarios del curso en orden de preferencia a la hora de llevar a cabo la selección serían:

- Licenciados en Ciencias Químicas, preferentemente de la especialidad de análisis.
- Licenciados en Ciencias Biológicas.
- Ingenieros Técnicos Industriales en la rama química.
- Licenciados en Farmacia.

Sería aconsejable dispongan de formación complementaria en cursos, máster, etc, relacionados con la depuración de aguas residuales.

Formación profesional.

Se deberá tener muy en cuenta la experiencia previa que puedan presentar los posibles alumnos en alguno de los siguientes campos:

- * Laboratorios de control en estaciones depuradoras de aguas residuales, laboratorios externos especializados (homologados por la Administración), o de las diferentes administraciones.
- * Laboratorios de control en plantas de tratamiento de aguas potables.
- * Centros de investigación del medio ambiente.
- * Laboratorios de control en centros de investigación de la Administración o industriales, en otros campos de actividad.

10.3.6. Posibles entidades interesadas en la colaboración con estos cursos

- Junta de Castilla y León y delegaciones locales del Gobierno Autonómico, fundamentalmente de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- Cámaras de comercio.
- Ayuntamientos y servicios municipales de suministro y depuración de aguas.
- Colegios y asociaciones profesionales a los que va dirigido el curso.

- Universidades y Colegios universitarios.
- Cajas de ahorro locales, provinciales o regionales.
- Instituto Nacional de Empleo.

10.3.7. Programa preliminar del curso

Modulo I: General

- Problemática de la contaminación del medio hídrico.
- Química del agua.
- Principales elementos contaminantes.
- Composición de las aguas residuales urbanas.
- Influencia de los vertidos industriales en la composición de las aguas residuales urbanas.
- Influencia de los vertidos industriales a la red de colectores urbanos.
- Impacto en los cauces receptores de los vertidos. Modelización de los efectos producidos.

Módulo II: Procesos y operaciones unitarias en tratamiento de aguas residuales urbanas (Teoría, Equipos y Problemas operacionales)

- Clasificación de los procesos y operaciones unitarias.
- Pretratamiento.
- Tratamiento primario.
- Tratamientos secundarios o biológicos.
- Desinfección.
- Eliminación de nitrógeno y fósforo.
- Tratamientos físico-químicos.
- Otros tratamientos.
- Espesamiento de fangos.
- Digestión anaerobia/aerobia de fangos.
- Sistemas de deshidratación.
- Destino final de los fangos deshidratados.
- Preparación y dosificación de reactivos.

- Línea de gas y recuperación energética.
- Otros procesos utilizados en tratamiento de aguas residuales industriales.

Módulo III: Análisis de control

- Normas y estándares en análisis de aguas residuales.
- Calidad de las aguas.
- Toma de muestras. Equipos de muestreo.
- Preservación de las muestras.
- Medida de caudales.
- Preparación y almacenamiento de muestras.
- Interferencias analíticas.
- Características organolépticas.
- Temperatura.
- Sólidos totales en suspensión, sedimentables, no decantables, disueltos, fijos y volátiles.

- Aceites y grasas.
- Conductividad, pH, potencial REDOX y turbidez.
- Materia Orgánica, DBO, DQO, COT, DTO, DThO.
- Biogradabilidad, putrescibilidad.
- Dureza.
- Nitrógeno
- Fósforo.
- Metales pesados.
- Tóxicos e inhibidores.
- Oxígeno.
- Cloro, ozono.
- Metano.
- MLSS, MLVSS, IVF.
- Ácidos grasos y volátiles.
- Acidez /alcalinidad.

- Análisis biológicos, algas, bacterias, hongos, protozoos.
- Humedad.

Módulo IV: Equipos para Análisis y Ensayos de Laboratorio

- Equipamiento convencional.
- Equipos instrumentales fijos.
- Equipos instrumentales portátiles.
- Equipos instrumentales en línea en la depuradora.
- Respirimetría.
- JAR-TEST.
- Filtrabilidad de fangos.
- Plantas de lodos activos.
- Capacidad piloto de tratamiento de rellenos plásticos.
- Break-point en cloración.
- Curvas de decantación y espesamiento.
- Toxicidad e inhibición biológica

- Preparación de cultivos biológicos.

Modulo V: Legislación.

- Normas de Calidad de las aguas.
- Legislación ambiental Comunidad Europea.
- Legislación Ambiental Nacional.
- Legislación Ambiental Comunidad Autónoma.
- Ordenanzas municipales.
- Canon de vertido/Saneamiento.
- Legislación laboral del sector.
- Higiene y seguridad en el trabajo.
- Legislación sobre los equipos y las instalaciones.

Modulo VI: Gestión.

- Organización del servicio.
- Recursos humanos.
- * Selección de personal.

- * Organización.
 - * Formación.
 - * Especialización.
 - * Motivación.
- Mantenimiento instrumentación.
 - Gestión de reactivos y fungibles.
 - Manuales de procedimiento.
 - Sistemas informáticos de captación, integración y gestión de datos.
 - Clasificación, representación y estadísticas de datos.
 - Preparación de informes.

El módulo III deberá realizarse en un laboratorio de análisis con experiencia en estas técnicas, por lo que será preciso la colaboración de la Universidad, Escuela Superior o Técnica de Ingeniería, EDAR ya operativa o laboratorio homologado...

El curso se completará con visitas a estaciones depuradoras operativas y/o en construcción, así como con conferencias o mesas redondas con los responsables locales y autonómicos del saneamiento y depuración de las aguas residuales, así como con entes ya operativos en otras regiones (Canal Isabel II, etc), con un tiempo previsto de 30 horas.

El programa anteriormente indicado es preliminar, debiendo en cada uno de los cursos adaptarse en función del tipo y tamaño de las instalaciones, forma de llevar a cabo los servicios de explotación y mantenimiento, necesidades locales, etc. La adaptación deberá realizarse conjuntamente con los colaboradores locales y coordinadores técnicos de cada uno de los módulos.

10.4. Curso para analistas de laboratorios de EDAR, exteriores y Ayuntamientos

10.4.1. Denominación del curso

Técnico de laboratorio y de control en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas.

10.4.2. Objeto del curso

Formación teórico práctica para los futuros profesionales , tanto de la Administración como de empresas de servicios de explotación y mantenimiento y laboratorios externos, en las diferentes técnicas y metodos analíticos físicos, químicos y biológicos precisos para el correcto control de las Depuradoras de Aguas Residuales urbanas y sus vertidos al cauce receptor.

El control analítico, realizado por el laboratorio de la EDAR o bien en laboratorios externos es fundamental para el correcto funcionamiento de este tipo de instalaciones, así como para los diferentes órganos de la Administración con el fin de comprobar el grado de cumplimiento de las instalaciones en el vertido al cauce receptor.

Las especiales características de los análisis a realizar en este tipo de instalaciones, precisan de la formación de profesionales en este sector, de manera que con su buen hacer colaboren de forma decisiva al correcto funcionamiento de las instalaciones. Debido a esas características especiales, el curso deberá estar orientado en los siguientes aspectos:

- Toma de muestras. La materia prima que accede a una EDAR está variando de forma continua, siendo fundamental el que la muestra a analizar sea representativa. Lo mismo ocurre con las muestras finales e intermedias.
- Correcta interpretación de los métodos y técnicas analíticas a utilizar, así como espíritu crítico de los resultados.
- Presentación de informes de resultados y creación de bases de datos estadísticos con los mismos.

10.4.3. *Número de alumnos por curso*

Al tratarse de unos cursos fundamentalmente teórico - prácticos, el número de alumnos debería situarse entre 25 y 30.

10.4.4. *Duración*

La duración del curso se establece en principio en 160 horas totales, en las que se incluyen tanto las clases prácticas y teóricas como visitas a diferentes instalaciones de depuración operativas, y laboratorios especializados en este tipo de analítica.

El número de horas de clase diaria se fija en ocho, durante cinco días a la semana. Siempre que el programa lo permita, media jornada se dedicará a teoría y la otra media a prácticas o bien a visitas en diferentes instalaciones.

10.4.5. Destinatarios

Formación académica

Sin que la relación que se indica a continuación sea excluyente, los destinatarios del curso en orden de preferencia a la hora de llevar a cabo la selección serían:

- Formación Profesional, especialidad de análisis químico.

Sería aconsejable dispongan de formación complementaria en cursos, seminarios, etc, relacionados con la depuración y análisis de las aguas residuales.

Formación profesional

Se deberá tener muy en cuenta la experiencia previa que puedan presentar los posibles alumnos en alguno de los siguientes campos:

- * Laboratorios de control en estaciones depuradoras de aguas residuales, laboratorios externos especializados (homologados por la Administración o particulares), o de las diferentes administraciones.
- * Laboratorios de control en plantas de tratamiento de aguas potables.

- * Centros de investigación del Medio Ambiente.
- * Laboratorios de control en centros de investigación, de la Administración o industriales en otros campos de actividad.

10.4.6. Posibles entidades interesadas en la colaboración con estos cursos.

- Junta de Castilla y León y delegaciones locales del Gobierno Autónomo, fundamentalmente de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- Ayuntamientos y servicios municipales de suministro y depuración de aguas.
- Instituto Nacional de Empleo.

10.4.7. Programa preliminar del curso

MODULO I: General.

- Problemática de la contaminación del medio hidrico
- Principales contaminantes
- Composición de las aguas residuales urbanas
- Influencia de los vertidos industriales

- Impacto en los cauces receptores de los vertidos
- Legislación
- Seguridad e higiene
- Organización del laboratorio
- Calidad de las aguas

MODULO II: Tratamiento de aguas residuales

- Tipos de tratamiento de las aguas residuales
- Pretratamientos
- Tratamientos primarios
- Tratamientos biológicos o secundarios
- Desinfección
- Eliminación de nitrógeno y fósforo
- Tratamientos físicos - químicos
- Otros tratamientos
- Espesamiento de fangos

- Digestión anaerobia / aerobia de fangos
- Deshidratación y destino final de los fangos
- Preparación y dosificación de reactivos
- Línea de gas y recuperación de energía

MODULO III: Química del agua y Técnicas analíticas

- Normas y estándares en análisis del agua
- Toma de muestras. Equipos de muestreo
- Medida de caudales
- Preservación de las muestras
- Preparación y almacenamiento de las muestras
- Interferencias analíticas
- Ciclo del agua en la naturaleza.
- Química del agua. Propiedades del agua
- Disoluciones, coloides, emulsiones e iones complejos
- Reactivos químicos. Preparación

- Equilibrio ácido - base (pH) Disoluciones tampón.
- Reacción redox. Potencial Redox
- Reacciones de precipitación. Factores que afectan a la precipitación
- Selectividad y sensibilidad de las reacciones.
- Técnicas analíticas convencionales
- Técnicas analíticas instrumentales.

MODULO IV: Análisis de control

- Características organolépticas y temporales
- Sólidos totales, suspensión, sedimentables, no decantables, disueltos, fijos y volátiles.
- Aceites y grasas
- Conductividad, pH, potencial Redox, turbidez
- Materia orgánica. DBO, DQO, COT, DTO.
- Dureza
- Nitrógeno y fósforo

- Metales pesados
- Oxígeno, metano
- Cloro
- MLSS, MLVSS, IVF
- Acidos, grasas y volátiles
- Acidez / alcalinidad
- Análisis biológicos
- Humedad
- Ensayos de laboratorio y planta piloto
- Mantenimiento equipos e instrumentos
- Preparación de informes
- Sistemas informáticos de gestión de datos

El módulo IV deberá realizarse en un laboratorio de análisis con experiencia en estas técnicas, por lo que será preciso la colaboración de la Universidad, Escuela Superior o Técnica de Ingeniería, EDAR ya operativa o laboratorio homologado.

El curso se completará con visitas a estaciones depuradoras operativas y/o en construcción, laboratorios de control, así como conferencias de responsables de los mismos, con un tiempo previsto de 40 horas.

El programa anteriormente indicado es preliminar, debiendo adaptarse en cada uno de los cursos en función del tipo y tamaño de instalaciones, forma de llevar a cabo los servicios de Laboratorio, necesidades locales, etc. La adaptación deberá realizarse conjuntamente con los colaboradores locales y coordinadores técnicos de cada uno de los módulos.

10.5. Curso para operadores de estaciones depuradoras de aguas residuales

10.5.1. Denominación del curso.

Curso para operadores de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas.

10.5.2. Objeto del curso.

Las plantas depuradoras de aguas residuales, incluso las más pequeñas, requieren la presencia de operadores, tanto para su correcta explotación como para el mantenimiento de los diferentes equipos que las componen.

En nuestro país no existen centros especializados de formación de operadores en este tipo de actividades, nutriéndose las instalaciones existentes de personal procedente de otras plantas, de otras áreas de actividad o bien de personal que intervino en la construcción y montaje de las instalaciones.

La mínima formación previa en estos menesteres ha sido de forma histórica una de las causas del bajo rendimiento de una parte del parque de depuradoras existentes en España.

De forma puntual y por diferentes administraciones, se han celebrado cursos de capacitación de los operadores de estaciones depuradoras de aguas residuales, como los llevados a cabo por el antiguo CEOTMA (MOPU), o por el INEM.

Debido a la gran cantidad de instalaciones a realizar en Castilla y León, es preciso la formación de nuevos operadores cualificados en el mantenimiento y explotación de las futuras estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, así como mejorar la capacitación laboral del personal de las existentes, en aquellos casos en que se considere preciso, siendo el objetivo fundamental de este curso la preparación y formación adecuada de los futuros operadores de las EDAR, de tal forma que conozcan los recursos y posibilidades de las instalaciones; la tecnología precisa para llevar a cabo su actividad, la importancia del trabajo que desarrollan, y las implicaciones que tiene la labor bien realizada para la mejora de nuestro entorno y en consecuencia para toda la sociedad.

Debido a la complejidad de los procesos y variables que intervienen en una instalación de este tipo, el curso debería cubrir un amplio espectro de conocimientos, como son:

- Problemática de la Contaminación.
- Química y análisis de laboratorio.
- Procesos y equipos utilizados en depuración.

- Mantenimiento mecánico y eléctrico.
- Seguridad e higiene en el trabajo.
- Registros e informes.

Los influentes de las EDAR, así como los procesos utilizados en depuración varían de unas a otras, siendo otro de los objetivos del curso el proporcionar los conocimientos suficientes en los aspectos básicos de funcionamiento de los diferentes sistemas de tratamiento, de tal forma que los alumnos, a la finalización del curso tengan capacidad para adaptar lo aprendido a las características de su planta, así como analizar y resolver los problemas de funcionamiento cotidianos; o para obtener la información suficiente y necesaria sobre anomalías surgidas para reportar a los responsables técnicos de la instalación y tomar las medidas precisas.

10.5.3. Número de alumnos por curso

Al tratarse de unos cursos fundamentalmente teórico - prácticos, el número de alumnos debería situarse entre 25 y 30.

10.5.4. Duración

La duración del curso se establece en principio en 160 horas totales, en las que se incluyen tanto las clases prácticas y teóricas, como visitas a diferentes instalaciones de depuración operativas.

El número de horas de clase diaria se fija en ocho, durante cinco días a semana. Siempre que el programa lo permita, media jornada se dedicará a teoría y la otra media a prácticas o bien visitas a diferentes instalaciones.

10.5.5. Destinatarios

Formación académica.

Sin que la relación que se indica a continuación sea excluyente, los destinatarios del curso en orden de preferencia a la hora de llevar a cabo la selección serían:

- Formación Profesional, especialidad en mecánica, electricidad o electrónica.
- Formación profesional en otras ramas técnicas, fundamentalmente relacionadas con explotación y mantenimiento de instalaciones industriales.

Experiencia profesional.

Se deberá tener muy en cuenta la experiencia previa que puedan presentar los posibles alumnos en alguno de los siguientes campos:

- * Explotación y mantenimiento en estaciones depuradoras de aguas residuales.
- * Empresas externas especializadas en suministro de equipos y servicio postventa de equipos de depuración de aguas residuales.
- * Explotación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas potables.

- * Explotación y mantenimiento en plantas de proceso industriales.
- * Montaje y puesta en marcha de estaciones de depuración de aguas residuales o potables.
- * Empresas de montaje, puesta en marcha, mantenimiento y explotación de instalaciones industriales, fundamentalmente de procesos.

10.5.6. *Posibles entidades interesadas en la colaboración con estos cursos.*

- Junta de Castilla y León y delegaciones locales del Gobierno Autonómico, fundamentalmente de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- Ayuntamientos y servicios municipales de suministro y depuración de aguas.
- Instituto Nacional de Empleo.
- Empresas de servicios de explotación y mantenimiento de este tipo de instalaciones.

10.5.7. *Programa preliminar del curso*

MODULO I: Tratamiento aguas residuales.

- Introducción a la contaminación de las aguas.

- **Química del agua.**
- **Principales contaminantes de las aguas residuales urbanas.**
- **Impacto en el cauce receptor por el no tratamiento de los vertidos.**
- **Rejas, tamices y desarenadores.**
- **Decantación.**
- **Lagunaje.**
- **Otros tratamientos blandos.**
- **Lechos bacterianos.**
- **Fangos activos.**
- **Digestión de fangos.**
- **Deshidratación de fangos.**
- **Desinfección y cloración.**
- **Producción de gas.**
- **Esquemas de EDAR.**

- Instrumentación en una EDAR.
- Instalación eléctrica.

MODULO II: Equipos y materiales

- Tuberías, válvulas y accesorios.
- Equipos de bombeo.
- Equipos de compresión de aire.
- Rejas y tamices.
- Decantadores, espesadores y desarenadores.
- Difusores y turbinas.
- Agitación en digestores.
- Filtros prensa, filtros de bandas y centrifugas.
- Unidades de preparación de reactivos.
- Calderas e intercambiadores de calor.
- Motogeneradores.

- Cintas transportadoras, tolvas y tornillos sinfín.
- Equipos de medida:
 - . Caudal
 - . Presión
 - . Temperatura
 - . Nivel
 - . pH
 - . Oxígeno disuelto
 - . Cloro
 - . Metano
- Equipos informáticos

MODULO III: Varios

- Organización del servicio de explotación y mantenimiento.
- Mantenimiento de la EDAR
- Equipos y herramientas de taller mecánico

- Equipos y herramientas de taller eléctrico
- Equipos, herramientas de medida y calibración de instrumentos
- Control de separaciones.
- Organización del almacén.
- Servicios generales
- Seguridad e higiene
- Toma de muestras
- Procedimiento de laboratorio
- Análisis y presentación de resultados
- Registros

El curso se completará con visitas a estaciones depuradoras operativas y/o en construcción, así como con conferencias o charlas con los responsables de explotación y mantenimiento de plantas depuradoras, con un tiempo previsto de 40 horas.

Para la realización de estos cursos sería muy interesante que una parte de las clases, fundamentalmente del módulo II, se llevase a cabo en una depuradora de aguas urbanas operativa. existente.

El programa anteriormente indicado es preliminar, debiendo en cada uno de los cursos adaptarse en función del tipo y tamaño de las instalaciones, forma de llevar a cabo los servicios de explotación y mantenimiento, necesidades locales, etc. La adaptación deberá realizarse conjuntamente con los colaboradores locales y coordinadores técnicos de cada uno de los módulos.

10.6. Curso para directores y técnicos de la industria agroalimentaria

10.6.1. Denominación del curso

Problemática de la contaminación del medio hídrico por la industria agroalimentaria. Aplicación de la Directiva 91/271/CEE.

10.6.2. Objeto del curso

Los vertidos de la industria agroalimentaria, además de por la normativa común con el resto de las industrias, se ven afectados por la Directiva 91/271/CEE, precisando incorporar una serie de medidas correctivas de sus vertidos en un plazo relativamente corto de tiempo.

La Comunidad de Castilla y León por sus características de producción agraria y ganadera dispone de un censo en este sector muy importante, teniendo como característica común, el tratarse de industrias de pequeño tamaño, así como el estar instaladas la mayoría de ellas dentro de núcleos urbanos que vierten a colectores municipales.

Las metas que se pretenden conseguir con éste curso son entre otras las siguientes:

- Concienciación y sensibilización del sector en la necesidad de tratar sus vertidos.
- La problemática que originan sus vertidos. Impactos en los colectores y cauces receptores.
- Situación legal.
- Minimización y procesos de depuración.
- Sistemas de depuración.

10.6.3. *Número de alumnos por curso*

El número total de asistentes debería situarse entre 30 y 35.

10.6.4. *Duración*

La duración del curso se establece en principio en 80 horas totales, en las que se incluyen tanto las clases prácticas y teóricas como visitas a diferentes instalaciones de depuración operativas y mesas redondas de intercambio de experiencias.

Debido a que el alumnado de los diferentes cursos va a tener una procedencia provincial o de varias provincias limítrofes, se establece como criterio general el realizarlo tres días por semana. El número de horas lectivas diarias se establece en ocho, dividiéndose el tiempo, siempre que el desarrollo del programa lo permita, en media jornada de conferencias y la otra media de mesas redondas, resolución de problemas prácticos o bien visitas a diferentes instalaciones.

10.6.5. Destinatarios

Formación académica.

Sin que la relación que se indica a continuación sea excluyente, los destinatarios del curso en orden de preferencia a la hora de llevar a cabo la selección serían:

- Técnicos superiores y medios de la industria del sector.
- Directivos del sector con otras titulaciones.

Formación profesional.

Se deberá tener muy en cuenta la experiencia previa que puedan presentar los posibles alumnos en alguno de los siguientes campos:

- * Directores y Responsables de las industrias del sector.
- * Técnicos superiores y medios de las instalaciones industriales
- * Asociaciones del sector, Cámaras de Comercio, etc.
- * Ingeniería, consultoría, y servicios para plantas industriales.

10.6.6. Posibles entidades interesadas en la colaboración con estos cursos.

- Junta de Castilla y León y delegaciones locales del Gobierno Autonómico, fundamentalmente de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- Cámaras de Comercio y Asociaciones y Agrupaciones patronales del sector.
- Universidades y Colegios universitarios.
- Cajas de ahorro locales, provinciales o regionales.

10.6.7. Programa preliminar del curso

- Problemática de la contaminación del medio hídrico
- Principales contaminantes en aguas residuales
- Origen de las aguas residuales en la industria agroalimentaria
- Minimización de vertidos.
- Modificaciones de proceso
- Segregación de corrientes

- Impacto de los vertidos de la industria agroalimentaria en colectores municipales.
- Impacto de los vertidos de la industria agroalimentaria en cauces receptores.
- Legislación aplicable a este sector
- Decreto de vertidos y ordenanzas municipales
- Canon de vertidos de la industria agroalimentaria
- Procesos utilizados.
 - . Homogeneización
 - . Desbaste
 - . Decantación / Flotación
 - . Procesos biológicos
 - . Tratamiento y evacuación de lodos
 - . Recuperación del agua
- Sistemas de tratamiento de las aguas residuales de la industria agroalimentaria.

- . Azúcares
 - . Lácteos y derivados
 - . Mataderos y derivados de la carne
 - . Aceites y grasas
 - . Conservas vegetales
 - . Industrias del vino
 - . Derivados del cerdo
 - . Otras industrias del sector
- Coste de instalaciones de depuración
 - Ayudas económicas

El curso debería completarse con visitas a estaciones depuradoras operativas, conferencias o mesas redondas para intercambio de experiencias entre el profesorado y los asistentes y entre los diferentes asistentes entre sí, así como con los responsables autonómicos o locales en este campo de actividad.

El programa anteriormente indicado es preliminar, debiendo cada uno de los cursos adaptarse en función del tipo y tamaño de las instalaciones industriales, tipo de subsector, importancia local del mismo, etc. La adaptación deberá realizarse

conjuntamente con los colaboradores locales y coordinadores técnicos de cada uno de los módulos.

10.7. Curso para Técnicos en instrumentación y equipos de control de estaciones depuradoras de aguas residuales

10.7.1. Denominación del curso

Instrumentación y control en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas.

10.7.2. Objeto del curso

Formación teórico práctica de los futuros profesionales en el campo de la instrumentación y control para el correcto mantenimiento y explotación de las Depuradoras de Aguas Residuales urbanas. Los profesionales en este campo prestarán sus servicios en las EDAR o bien en las empresas suministradoras de este tipo de elementos, ya sea a nivel de servicio de venta y asesoramiento, como en el posterior de mantenimiento.

En la actualidad, las EDAR disponen cada vez de sistemas de control de los diferentes procesos más complejos, llegando en plantas grandes a un grado de automatismo similar a las grandes instalaciones industriales, con el empleo de controles distribuidos, que comandan la instalación en tiempo real.

Debido a las características especiales de este tipo de instalaciones, como es su trabajo continuado a lo largo del tiempo, la variabilidad de las aguas de aportación y las respuestas inmediatas que en muchos casos se precisan, llevan a la necesidad

de disponer de profesionales para el mantenimiento, calibración y control de los diferentes instrumentos instalados.

La orientación general del curso deberá contemplar los siguientes aspectos:

- Conocimiento de los diferentes procesos que se llevan a cabo en las instalaciones de depuración.
- Variables y lazos de control en cada uno de los procesos.
- Sistemas de control. Equipos generalmente utilizados existentes en el mercado.
- Puesta en servicio y calibración.
- Mantenimiento preventivo y predictivo.
- Sustitución de elementos.
- Pequeñas reparaciones.
- Programación.

10.7.3. *Número de alumnos por curso*

Al tratarse de unos cursos fundamentalmente teórico - prácticos, el número de alumnos debería situarse entre 20 y 25.

10.7.4. Duración

La duración del curso se establece en principio en 140 horas totales, en las que se incluyen tanto las clases prácticas y teóricas como visitas a diferentes instalaciones de depuración operativas, y laboratorios de electrónica, reparación y mantenimiento de este tipo de instrumentos.

Debido a la posible asistencia al curso de alumnos de las provincias limítrofes, el número de horas de clase diarias se fija en ocho, durante tres días a la semana. Siempre que el programa lo permita, media jornada se dedicará a teoría y la otra media a prácticas o bien visitas a diferentes instalaciones.

10.7.5. Destinatarios

Formación académica

Sin que la relación que se indica a continuación sea excluyente, los destinatarios del curso en orden de preferencia a la hora de llevar a cabo la selección serían:

- Ingenieros Técnicos Industriales especialidad electrónica.
- Ingenieros Técnicos de Telecomunicaciones.
- Formación Profesional, especialidad en electrónica con amplia experiencia en este sector.

Sería aconsejable dispongan de formación complementaria en cursos, seminarios, etc, relacionados con la depuración y control instrumental en estaciones depuradoras de aguas residuales.

Formación profesional

Se deberá tener muy en cuenta la experiencia previa que puedan presentar los posibles alumnos en alguno de los siguientes campos:

- * Instrumentación y control en Estaciones Depuradoras de aguas residuales.
- * Empresas externas especializadas en suministro y servicio postventa de estos equipos.
- * Instrumentación y control en plantas de tratamiento de aguas potables.
- * Instrumentación y control en plantas de proceso industriales.
- * Departamento de instrumentación de ingenierías de medioambiente.
- * Departamento de instrumentación de ingenierías industriales.
- * Empresas de montaje, puesta en marcha, mantenimiento y explotación de instrumentación en EDAR.
- * Empresas de montaje, puesta en marcha, mantenimiento y explotación de instalaciones de instrumentación y control en plantas industriales.

10.7.6. Posibles entidades interesadas en la colaboración con estos cursos

- Junta de Castilla y León, delegaciones locales del Gobierno Autonómico, fundamentalmente de la Consejería del Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- Ayuntamientos y servicios municipales de suministro y depuración de aguas.
- Colegios profesionales.
- Empresas de suministro de estos equipos, así como de explotación y mantenimiento de las EDAR.
- Instituto Nacional de Empleo.

10.7.7. Programa preliminar del curso

MODULO I: General.

- Problemática de la contaminación del medio hídrico
- Principales contaminantes
- Composición de las aguas residuales urbanas
- Técnicas analíticas instrumentales de laboratorio

- Impacto en los cauces receptores de los vertidos
- Legislación
- Seguridad e higiene
- Organización del mantenimiento de una EDAR
- Red SAICA

MODULO II: Tratamiento de aguas residuales

- Tipos de tratamiento de las aguas residuales
- Pretratamientos
- Tratamientos primarios
- Tratamientos biológicos o secundarios
- Desinfección
- Eliminación de nitrógeno y fósforo
- Tratamientos físicos - químicos
- Otros tratamientos
- Espesamiento de fangos

- Digestión anaerobia / aerobia de fangos
- Deshidratación y destino final de los fangos
- Preparación y dosificación de reactivos
- Línea de gas y recuperación de energía

MODULO III: Instrumentación en una EDAR

- Puntos donde se requieren medidas de control
- Variables de proceso y sistemas de medida
 - Nivel
 - Caudal
 - Presión
 - Temperatura
 - Sólidos en suspensión
 - Color y turbidez
 - Oxígeno disuelto
 - pH

- DQO y DBO
- Potencial Redox
- Electrodoes específicos
- Otros

- Tipos de medidores para cada variable de proceso. Principios de funcionamiento.
- Elementos finales de control
- Instrumentación de laboratorio

MODULO IV: Regulación y control automático en EDAR

- Generalidades
- Tipos de control
- Tipos de controladores y autómatas
- Control distribuido
- Lazos de control
- Programación

MODULO V: Calibración

- Generalidades
- Equipos comerciales
- Métodos de calibración de:
 - Nivel
 - Caudal
 - Presión
 - Temperatura
 - Sólidos en suspensión
 - Color y turbidez
 - Oxígeno disuelto
 - pH
 - DQO y DBO
 - Potencial Redox

- Electrodo específico
- Otros

El curso se completará con visitas a estaciones depuradoras operativas y/o en construcción, empresas de instrumentación y control, laboratorios instrumentales y de electrónica, así como conferencias de responsables de los mismos, con un tiempo previsto de 40 horas.

El programa anteriormente indicado es preliminar, debiendo en cada uno de los cursos adaptarse en función del tipo y tamaño de las instalaciones, forma de llevar a cabo los servicios de mantenimiento de la instrumentación, necesidades locales, etc. La adaptación deberá realizarse conjuntamente con los colaboradores locales y coordinadores técnicos de cada uno de los módulos.

**ESTUDIO PILOTO: "Efecto de la adaptación a la Normativa Comunitaria
de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas en Castilla y León"**

BIBLIOGRAFIA

Madrid, Noviembre 1995

BIBLIOGRAFÍA

En la realización del presente estudio, las principales fuentes bibliográficas consultadas han sido las siguientes:

- Renta Nacional de España 1991. Distribución Provincial. Avance 1992/1993 Banco Bilbao Vizcaya. 1995.
- El Agua en España. Juan Benet y Andreu Masague. Lunweg Editores S.A. 1985.
- Atlas de España. Tomo II. El País / Aguilar. 1994.
- Plan Director de Infraestructura Hidráulica Urbana. Plan Regional de Saneamiento. Revisión 1993. Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Dirección General de Urbanismo y Calidad Ambiental, 1994.
- Plan Director de Infraestructura Hidráulica Urbana. Plan Regional de Saneamiento. Revisión 1993. Anexos y separata. Junta de Castilla y León, Consejera de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Dirección General de Urbanismo y Calidad Ambiental, 1994.
- El futuro de la economía Castellano-Leonesa. El papel de la Comunidad Económica Europea. Antonio Bustos Gisbert y Col. Asamblea Regional De Cámaras Oficiales de Comercio e Industria de Castilla y León, 1991.

- **Memoria Anual 1993. Junta de Castilla y León. Consejera de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 1994.**
- **Medio Ambiente en España. Memoria de 1993. Ministerio de Obras Publicas Transporte y Medio Ambiente. Dirección General de Calidad de las Aguas, 1994.**
- **Normativa Medioambiental. Ecoiuris. 1995. (Actualización Contínua).**
- **Programa Industrial y Tecnológico (PITMA II). Colección planes y programas. Ministerio de Industria y Energfa, 1995.**
- **Wastewater treatment facilities for sewerred small communities. Environmental Protection Agency, 1974.**
- **Operation of wastewater treatment plant. Manual of practice nº 11. Water Pollution Control Federation, 1986.**
- **II Curso para operadores de plantas de tratamiento de aguas. Funcionamiento de estaciones depuradoras de aguas residuales. CEOTMA. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid 1982.**
- **Peces continentales españoles. Inventario y clasificación de zonas fluviales. Ignacio Doadrio y col. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Instituto para la Conservación de la Naturaleza. Colección Técnica, 1991.**

- **La vegetación en España. Francisco Alcaraz Ariza y col. Colección Aula Abierta. Universidad de Alcalá De Henares, 1987.**
- **Encuesta Industrial 1988-1991. Instituto Nacional de Estadística, 1994.**
- **Población de derecho de los municipios españoles. Rectificación del padrón municipal de habitantes a 1 de enero de 1994. Instituto Nacional de Estadística, 1994.**
- **Primer curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras. Dimensionado de una estación depuradora. Fundamentos, parámetros de diseño y aplicación práctica. Jose G. Batanero Bernabeu. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, CEDEX. 1983.**
- **Aguas Continentales y Medio Ambiente. Derecho Hidráulico Español y Comunitario. Fernando Fuentes Bodelon. Editorial de la Fundación Mapfre. ITSEMAP, Madrid 1988.**
- **Métodos biológicos para el estudio de la calidad de las aguas. Aplicación a la cuenca del Duero. Monografías nº 96. Diego García de Jalón Lastra y María González del Tanago. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto para la Conservación de la Naturaleza, Madrid 1986.**

- **Quien es Quien. Alimentos tradicionales de Castilla y León. Junta de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Industria Agrarias y Desarrollo Rural. 1994.**
- **Ingeniería Sanitaria. Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales. Metcalf & Eddy. Editorial Labor. Madrid 1985.**
- **Gestión de una EDAR. Manuel Fernández Heras. Programa Superior de Ingeniería y Gestión Ambiental. Escuela de Organización Industrial. Sevilla 1994/1995.**
- **Gestión de una EDAR. Mantenimiento y explotación. Organización del mantenimiento y explotación de plantas depuradoras. Manuel Fernández Heras. Master de Ingeniería y Gestión Ambiental. Escuela de Organización Industrial, Sevilla 1994/1995.**
- **Gestión de un sistema de explotación y mantenimiento de una EDAR. Análisis de costos. Fernando Morcilo B. de Quiros. Master en Ingeniería y Gestión Ambiental. Escuela de Organización Industrial, Madrid 1994/1995.**
- **Procesos y operaciones unitarias en tratamiento de aguas residuales. Juan Antonio Sainz Sastre. Master en Ingeniería y Gestión Ambiental. Escuela de Organización Industrial, Madrid 1994/1995.**

- **Explotación y mantenimiento de pequeñas y medianas depuradoras de aguas residuales. Jorge E. Chamorro Alonso. Sociedad Española de Aguas Filtradas.**
- **Mantenimiento y explotación de estaciones depuradoras. Aspectos generales. Experiencia en grandes plantas. Jose Antonio de las Heras Ramos. Departamento de Saneamiento, Ayuntamiento de Madrid.**
- **Proyecto de gestión y control de una red de vertidos industriales y de depuración para grandes ciudades. Jose Antonio Rodríguez García. Proyecto presentado como trabajo fin de curso en el Programa Superior de Ingeniería y Gestión Ambiental, Burgos 1994.**
- **Agenda de la Construcción. Editado por EME DOS. N° 74 Tercer trimestre 1994.**
- **Dossier: Situación actual de la contaminación. Energía y Medio Ambiente, N°7, cuarto trimestre, 1994**
- **Dossier: Aguas Contaminadas. Energía y Medio Ambiente, N° 9, segundo trimestre, 1995.**
- **Entrevista con Francisco Javier Gil García. Intec Urbe, N° 37, pág 20, 1995**
- **Entrevista con Carlos López Asio. Intec Urbe, N° 37, pág 28, 1995**
- **Entrevista con Carlos López Asio. Intec Urbe, N° 34, pág 28, 1994**

