

CAPÍTULO III
AGUA

CAPÍTULO III



I. RECURSOS NATURALES

- 1.1. Ríos
- 1.2. Acuíferos

2. ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUAS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

- 2.1. Abastecimiento
- 2.2. Saneamiento
- 2.3. Marco legislativo

3. RECURSOS HIDRÁULICOS. INFRAESTRUCTURAS DE ABASTECIMIENTO EN LA COMUNIDAD DE MADRID

- 3.1. Infraestructuras para explotación de los recursos superficiales
- 3.2. Infraestructuras para el aprovechamiento de los recursos subterráneos

4. INFRAESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD DE MADRID

- 4.1. Planes y programas de actuación en materia de saneamiento y depuración de aguas residuales
 - Plan de Saneamiento y Depuración de la Comunidad de Madrid
 - Objetivos y criterios en materia de saneamiento y depuración de aguas residuales del Plan Hidrológico del Tajo
- 4.2. Actuaciones más destacadas en el periodo 1999-2000

5. CALIDAD DEL AGUA

- 5.1. Redes de control de calidad
- 5.2. Recursos reutilizables
- 5.3. Caudales ecológicos y la demanda medioambiental

En la Comunidad de Madrid, la mayor parte de los recursos hídricos están en los embalses de la Sierra.

En la foto el Embalse de Santillana en el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares.

EL AGUA EN LA COMUNIDAD DE MADRID

En el caso de Madrid, como en la mayor parte de la Península Ibérica, la precipitación y la evaporación siguen una proporción inversa, lo que se traduce en una elevada dispersión en la pluviometría, tanto intraanual como interanual.

Uno de los rasgos más relevantes del agua es que constituye un recurso natural imprescindible para el desarrollo de la vida en todas sus manifestaciones. Pero también es un recurso de gran valor para la mayoría de los procesos productivos. Ello se deriva, en gran medida, de la relativa facilidad técnica para su almacenamiento (en depósitos naturales, tales como lagos, océanos, cuencas subterráneas o masas de hielo, o en depósitos artificiales) y transporte (a

través de los propios cursos de agua y de los trasvases artificiales), a diferencia de lo que ocurre con otros recursos de flujo, como el viento o la luz solar.

El uso del agua por las actividades humanas modifica las condiciones del recurso, alterando su disponibilidad, así como las características de la red hidrográfica en su conjunto y, consecuentemente, espacios y recursos dependientes de ella. Además, la importancia del valor productivo que posee ha propiciado con frecuencia que se ignoren muchos de los múltiples valores que representa el agua y que le confieren una gran singularidad frente a otros recursos: función ecológica y como elemento generador de bienestar, con importantes connotaciones estéticas, recreativas y emocionales. Es, asimismo, parte indisoluble del paisaje, de su origen y forma, de su vida y funcionamiento: seña de identidad en muchos lugares.

Figura III-1

Cuencas hidrográficas en España.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

I. RECURSOS NATURALES DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE MADRID

I.1. RÍOS

La práctica totalidad del territorio de la Comunidad pertenece a la cuenca hidrográfica del Tajo, salvo una insignificante parte de Somosierra que vierte al Duero (Figura III-1). A pesar de ello, el propio río Tajo sólo atraviesa una pequeña extensión de la región, formando el límite sur. Sobre su margen derecha se extiende una amplia rampa, que conecta con la Sierra y soporta una red fluvial en abanico, donde se encuentran sus principales afluentes: el Jarama, el Guadarrama y el Alberche que al descender de los sistemas montañosos del norte, alimentados por las nieves y lluvias de las sierras, aportan la mayor parte de su caudal y le convierten en uno de los más caudalosos de la Península. Sus cauces, que en verano presentan un acusado estiaje, van salvando desniveles hasta llegar a las llanuras, donde sus aluviones originan terrazas y vegas de relativa importancia socioeconómica. (Figura III-2)

Otra característica del Tajo, como la de la mayoría de sus afluentes-subafluentes, es que la mayor parte de su cuenca hidrográfica está fuera de Madrid y una gran parte de los recursos superficiales que confluyen en su cauce tienen origen en provincias limítrofes

CUENCA DEL RÍO TAJO

El río Tajo es el más largo de la Península. Nace en los Montes Universales, Teruel. Es un río disimétrico

entre los afluentes de la margen derecha (contactan con la Sierra, tienen gran longitud y mayor caudal) y la izquierda (que son muy cortos y estacionales).

El río Tajo recorre 70 kilómetros en la región madrileña. Se adentra en Madrid por Estremera y sigue el límite provincial con Toledo en varios tramos hasta Aranjuez, pasando por Fuentidueña de Tajo y Villamanrique de Tajo. El principal núcleo del Tajo en Madrid es Aranjuez, que ha condicionado su regulación para abastecer los regadíos y jardines reales desde la época de Felipe II, y donde se ha construido un complejo sistema de canales y embalses, para los riegos de la vega y los jardines reales. Destacan Valdajos, Aldehuela y el Embocador de los que parten los canales, entre otros, Canal de la Cola Alta, Cola Baja y el Canal de las Aves. Riega una extensión de unas 10.000 hectáreas. Merece especial atención otra presa, hoy abandonada, que sirvió para abastecimiento a los jardines reales: el Mar de Ontígola (data de 1568). Hoy forma parte de la Reserva-Natural El Regajal-Mar de Ontígola.

Aguas abajo de Aranjuez, el Tajo recibe al Jarama en La Flamenca y deja la provincia recibiendo las aguas del Algodor. Siguiendo su curso hacia el oeste recibe las aguas del Guadarrama y del Alberche.

CUENCA DEL RÍO JARAMA

El Jarama, tributario más importante del Tajo en Madrid, nace en Somosierra, en Peña Cebollera (a 2.119 metros de altitud), junto al Hayedo de Montejo. En zonas muy próximas a su nacimiento, se

emboca en el Jarama próximo a la Presa del Rey. Destacan como afluentes los arroyos de Navacerrada/Samburriel y Mediano. En este río se encuentra el embalse de Santillana.

- Tajuña: nace en el Puerto de Maranchón, Guadalajara. Puede definirse como el río de páramos y parameras. Entra en Madrid por Pezuela de las Torres y tras un corto recorrido vuelve a Guadalajara, sirviendo de límite entre ambas provincias para entrar definitivamente en Madrid en las cercanías de Ambite. Pasa por Carabaña, Tielmes, Perales de Tajuña, Morata de Tajuña y desemboca en el Jarama cerca de Titulcia. Su longitud en la Comunidad es de unos 43 km.

CUENCA DEL RÍO GUADARRAMA

El Guadarrama nace con las aguas recogidas en el puerto de la Fuenfría, Cerro Ventoso y Siete Picos, por los arroyos de la Vega y Navalmedio, drena toda la rampa de El Escorial. Pasa por Cercedilla, Los Molinos y Guadarrama, de donde toma su nombre, y luego forma los límites de varios términos municipales que se encuentran en las superficies de Majadahonda y Brunete que enlazan con las campiñas, hasta salir de la provincia en la proximidades de Batres (este territorio coincide con el Parque Regional del curso medio

del río Guadarrama y su entorno), para desembocar en el Tajo aguas abajo de la ciudad de Toledo. Recibe por su margen derecha los arroyos Guatel y Aulencia que es su afluente más importante. Tiene un recorrido en la Comunidad de Madrid de 77 km. En su curso están los embalses de La Jarosa, (Guadarrama) Valmayor y Los Arroyos (Aulencia).

CUENCA DEL RÍO ALBERCHE

El Alberche: nace en el Puerto de El Pico (Ávila), Entra en Madrid por cola del embalse de San Juan. La garganta de Picadas da paso al río a la cuenca sedimentaria tras un brusco cambio de dirección en Aldea del Fresno. Forma el límite madrileño con la provincia de Toledo durante unos kilómetros hasta que la abandona por El Alamín en Villa del Prado. Tiene un recorrido en la Comunidad de Madrid de 40 km. Sus principales afluentes son el Becedas, el Cofio y el Perales. Embalsa las aguas de San Juan, Picadas, La Aceña y Los Morales.

La aportación de los ríos a los embalses¹ ha sido en 1999 de 362,2 hm³ y durante el año 2000 de 650,4 hm³. La cuenca del Lozoya aporta a los embalses, en datos medios históricos, casi el 50% del total, seguida de la del Jarama y de la del Manzanares (Tabla III-1).

CUENCA	1999	2000
Lozoya	174,6	302,6
Jarama	92,6	146,4
Guadalix	15,6	47,7
Manzanares	50,8	96,1
Guadarrama-Aulencia	16,1	34,5
Alberche	12,5	39,5
Total	362,2	650,4

Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-1

Aportaciones de los ríos de la Comunidad de Madrid (hm³).

¹ La serie histórica de aportaciones, con origen en 1914, presenta una aportación mínima de 213 hm³ en el año hidrológico 1991/92 y una máxima de 1.707 hm³ en el año hidrológico 1940/41.

1.2. ACUÍFEROS

Ya se ha mencionado que la Comunidad de Madrid pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Tajo. El vigente Plan Hidrológico del Tajo establece una nueva división de los acuíferos que corresponden al territorio madrileño², que es la siguiente:

La Cuenca del Tajo queda dividida en 13 Unidades Hidrogeológicas (UH), de las cuales la Comunidad de Madrid participa de parte de las siguientes: UH-03 Torrelaguna-Jadraque, UH-04 Guadalajara, UH-05 Madrid-Talavera, UH-06 La Alcarria, quedando fuera, la mayor parte de la Sierra y los tramos bajos del Jarama, Manzanares y el Tajo a su paso por la provincia.

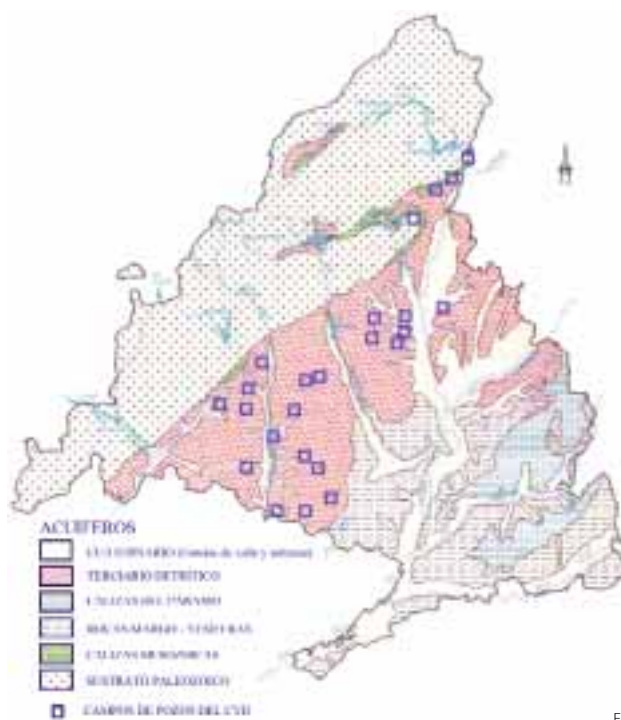
El resto del territorio, constituido por múltiples acuíferos de interés local o de baja permeabilidad y almacenamiento y dispersos por la cuenca, se reúnen bajo la denominación de "99".

Además, en la Cuenca quedan definidos 5 Sistemas de Explotación de Recursos (SER). La Comunidad de Madrid está incluida en parte del SER I denominado "Macrosistema", formado por los siguientes subsistemas: 1.2. Tajuña; 1.3. Henares; 1.4. Jarama-Guadarrama, con 1.4.1. Zona Casrama, 1.4.2. Zona Oeste y 1.4.3. Zona Este; 1.5 Alberche. Todas las UH en las que participa la Comunidad quedan adscritas al SER I.

Al realizar esta descripción de los acuíferos de la Comunidad de Madrid (Ver figura III-3), se han tenido en cuenta los acuíferos incluidos bajo la denominación "99", que en la Comunidad de Madrid corresponden, según la bibliografía consultada, con las formaciones ígneas, metamórficas, margo-yesíferas y junto a los aluviales y terrazas de los ríos fuera de las Unidades Hidrogeológicas. Aunque a escala general se consideran acuíferos improductivos por tratarse de litologías impermeables, no lo son a escala local, ya que resuelven abastecimientos pun-

Figura III-3

Principales acuíferos de la Comunidad de Madrid.



Fuente: Consejería de Medio Ambiente

² Históricamente se han venido considerando como acuíferos madrileños los denominados 14 "Terciario detrítico de Madrid-Toledo-Cáceres", 15 "Calizas del Páramo" y 17 "Reborde Mesozoico del Guadarrama".

tuales, y contribuyen al mantenimiento de los valores ambientales naturales, como paisaje, vegetación y fauna asociada y de los usos tradicionales de estos territorios.

SUSTRATO GRANÍTICO-PALEOZOICO ("99")

Conjunto de materiales graníticos, neisíticos y paleozoicos que se extienden en una amplia franja de dirección SO-NE, ocupando una extensión de unos 2.700 km². Son masivos, salvo una zona de alteración superficial producida por meteorización y fracturación, que es donde se almacena el agua y que es más intensa cerca de la superficie. Los pozos más profundos, ligados a la zona de alteración superficial, suelen tener 6 m, excepcionalmente el agua se encontraría a 30 m.

El funcionamiento hidrogeológico de este acuífero es sencillo: el agua infiltrada en los puntos más elevados circula a través de fracturas o áreas de mayor porosidad hasta descargar en los valles. Se comportan como acuíferos libres y anisótropos.

Dada su baja permeabilidad tienen una capacidad muy reducida como embalses subterráneos, es muy común que su caudal disminuya durante el tiempo de extracción. Su utilidad se limita al abastecimiento a núcleos urbanos o ganaderos de dimensiones muy reducidas, o para riego de pequeñas superficies. Pueden cubrir demandas muy pequeñas (unos 100 m³/día, máximo), en condiciones hidrogeológicas favorables.

El agua de los manantiales y pozos de esta zona es de baja mineralización (bicarbonatadas) y reúne condiciones adecuadas de potabilidad. Por otro lado la capacidad de las fisuras o grietas para retener gérmenes patógenos suele ser inferior a la de acuíferos



porosos, por tanto, estos conductos son muy vulnerables a la contaminación, pero suelen estar taponados con materiales finos y al tener tan bajos caudales, los posibles focos de contaminación (vertido de residuos sólidos o aguas residuales) sólo afectan en la práctica a las aguas superficiales. Por tanto, dada la elevada vulnerabilidad de las zonas fracturadas, deben realizarse estudios previos para ubicar focos contaminantes.

Afloramiento del acuífero cuaternario en la vega del río Tajuña.

CALIZAS MESOZÓICAS CRETÁICAS DEL BORDE DEL GUADARRAMA (UH-03)

Se trata de rocas calizas consolidadas, con poros y fisuras formadas por la acción disolvente de las aguas que dan lugar a conductos de mayor o menor tamaño, cuevas o estructuras karstificadas (Cueva del Reguerillo).

Dentro de Madrid ocupan una extensión muy reducida. El afloramiento más extenso está en la zona de Torrelaguna (75 km²), su espesor puede llegar a varios centenares de metros. Se puede estimar una recarga de 25 hm³/año que provienen de lluvia directa y de arroyos que proceden de la sierra y cruzan estas calizas. El otro afloramiento, en la Fosa de Lozoya (25 km²) se encuentra presumiblemente bien alimentado y puede tener interés para resolver problemas locales y en épocas de estiaje.

Debido a sus características, los caudales probables por pozo son muy variables, desde algún litro por segundo a 1.000 m³/día o incluso más, si la captación atraviesa algún conducto kárstico. El Canal de Isabel II tiene un campo de pozos en Torrelaguna, que explotan este acuífero.

La calidad de estas aguas para usos domésticos es aceptable (bicarbonatadas cálcicas), si bien en la zona de Torrelaguna puede aparecer problemas como consecuencia de la presencia de materiales yesíferos.

Presentan una elevada vulnerabilidad a la contaminación. El peligro de contaminación bacteriológica es frecuente dada su nula capacidad filtrante. Los gérmenes pueden viajar grandes distancias y son especialmente problemáticas las fuentes próximas a núcleos urbanos.

TERCIARIO DETRÍTICO (UH-05)

Es el acuífero más importante, su extensión rebasa los 2.600 km². Está formado por niveles de arenas y arenas arcillosas englobados en una matriz limo-arcillosa; su espesor puede variar de varios cientos de metros hasta los 3.000 metros.

Tiene características propias de los medios porosos no consolidados. Las distintas formaciones del ter-

ciario detrítico funcionan hidrogeológicamente como un único acuífero de estructura y funcionamiento muy complejo, que pueden asimilarse a uno formado por una matriz arcillo-arenosa de baja permeabilidad en donde las distintas formaciones se diferencian en el contenido de arcillas. Como la distribución de las litologías es fuertemente aleatoria, el conjunto resultante es muy heterogéneo, además de anisótropo por el carácter orientado en la mayoría de los sedimentos detríticos. Se puede decir que cada unidad es una alternancia irregular de acuíferos, acuitardos y acuíclados, predominando unos u otros según distintas unidades.

A escala regional este acuífero se recarga en zonas de interfluvios por infiltración directa de aguas de lluvia, y se descarga por las zonas más bajas o valles que lo atraviesan, casi siempre ocupados por materiales permeables más recientes (cuaternario). Sólo de forma muy secundaria el agua procede de las fracturas del complejo granítico-paleozóico y de las calizas mesozoicas.

Desde finales de los 60 se están realizando perforaciones para atender la demanda del espectacular desarrollo de Madrid y su corona metropolitana, tanto para abastecimiento urbano como industrial y para riegos de urbanizaciones. Actualmente existen numerosos sondeos distribuidos en este acuífero que aportan a los sistemas generales del Canal de Isabel II unos 2500 l/s (campos de Fuencarral, Batres, Plantío y El Goloso, Canal Alto, Bajo y del Oeste); y, además, aportan sus recursos a los sistemas locales de numerosos municipios (Fuenlabrada, Parla, Móstoles, Villanueva del Pardillo, Navalcarnero, etc).

Su baja permeabilidad, no hace aconsejable explotaciones permanentes concentradas en áreas reducidas; es apto para explotaciones dispersas de pequeña o mediana intensidad. Su gran extensión y espesor (cada metro de descenso de los 2.600 km² de

superficie puede aportar más de 200 hm³), significa gran volumen para explotar de forma limitada durante tiempo limitado. Por tanto, la estrategia seguida es la de explotar más intensamente las aguas subterráneas en períodos de sequía o bajas precipitaciones, cuando los embalses superficiales tienen poca agua y de menor calidad, aprovechando el gran volumen almacenado, dejando recuperar los niveles en los períodos húmedos o medios, para evitar cualquier sobreexplotación local o regional del acuífero.

La calidad del agua es buena, si bien presenta variaciones tanto en superficie como en profundidad; de noroeste a suroeste se produce un incremento de sales disueltas. También cambia la calidad de las aguas desde las zonas de recarga a las de descarga, debido al mayor tiempo de circulación. Son aguas de dureza media, se clasifican como bicarbonatadas cálcicas o sódicas.

Este acuífero por su baja permeabilidad puede presentarse menos vulnerable a la contaminación, fundamentalmente debido a que el espesor de la zona no saturada puede en algunas zonas llegar a los 30-40 m lo que puede ocasionar una autodepuración de ciertos contaminantes. Es importante tener en cuenta la elevada lentitud de las aguas circulantes, que puede hacer que la contaminación tarde en detectarse 20-30 años, pero que una vez producida es muy difícil de solucionar. A pesar de todo, al ser el mayor recurso subterráneo de la Comunidad se considera vulnerable.

TERCIARIO MARGO-YESÍFERO (“99”)

Formado por los materiales miocenos en facies evaporíticas situados al sur y sureste de Madrid capital y los paleógenos que adosados a las calizas mesozoicas afloran en los alrededores de Torrelaguna. Su extensión en conjunto es de unos 800 km².

Los recursos hídricos no son utilizables y puede prescindirse de ellos. A veces alimentan los arroyos que discurren por vaguadas y terminan siendo usados en pequeñas huertas, dada la escasez de agua en esta zona. La calidad natural es mala por su gran contenido en sales solubles (3.000 ppm de sólidos disueltos), procedentes de la disolución de los yesos. Aunque es de destacar el manantial de aguas de Carabaña, que se comercializa por su poder terapéutico.

Debido a su mala calidad natural y a su baja permeabilidad, en general se le puede considerar poco vulnerable a la contaminación. En principio se le puede considerar aptos para ubicar actividades contaminantes, aunque al presentar procesos de karstificación y disolución, estas ubicaciones requieren un estudio hidrogeológico previo.

CALIZAS TERCIARIAS DEL PÁRAMO (UH-04)

Formado por un banco de calizas horizontal, con potencias entre 20 y 50 m, a Madrid sólo le corresponde una pequeña parte, dividida en dos afloramientos, en la parte sur de la Alcarria (450 km²) y en la mesa de Chinchón (150 km²). Su característica principal es ser un acuífero heterogéneo, fragmentado o compartimentado en varias subunidades o acuíferos independientes, de escaso espesor saturado y colgados, ya que los cursos de agua que lo cruzan, sobre todo el Tajuña y el Tajo, han excavado profundos valles y han cortado esta formación hasta llegar a los materiales impermeables infrayacentes. Funciona, por tanto, como acuífero karstico libre y colgado.

El acuífero se recarga por infiltración de las precipitaciones que tienen lugar sobre los afloramientos, y la descarga natural se realiza a través de los manantiales que rodean los páramos, que van a parar a los ríos que actúan como ejes de drenaje del sistema. El

sentido de la circulación subterránea se dirige desde las zonas centrales hacia los bordes de los páramos y es el Tajuña el principal colector de descarga del acuífero.

Los recursos de este acuífero pueden atender a pequeñas demandas locales. Los municipios de la zona con poca población se han abastecido tradicionalmente de los manantiales y posteriormente de pozos perforados para este fin, pero el aumento de urbanizaciones ha generado problemas de descenso rápido de niveles y desabastecimiento, sobre todo en verano.

Los materiales evaporíticos del este de la Comunidad de Madrid proporcionan un escaso caudal de agua con gran contenido en sales solubles.

La calidad química de estas aguas es, en general, aceptable. Son aguas de dureza media, de carácter bicarbonatado cálcico y en algún caso de carácter sulfatado, poniendo de manifiesto la influencia de los materiales evaporíticos situados en su base. Es un acuífero muy vulnerable a la contaminación.

DEPÓSITOS CUATERNARIOS (“99”)

Formado por los depósitos aluviales de gravas, arenas y limos, su espesor rara vez tiene más de 10 metros aunque en algún tramo del Jarama, pueden llegar a 40 m. La extensión total ha sido estimada en 1.350 km². Son acuíferos conectados con cursos de agua permanentes en los que descargan sus recursos; están situados en zonas de descarga de los acuíferos terciarios y por ello, reciben una recarga desde el fondo que, a su vez, transmiten al río. Presentan un nivel freático alto, añadiéndose a la recarga natural la infiltración de aguas de riego.

Tradicionalmente estos recursos han abastecido las numerosas explotaciones agropecuarias situadas en las riberas de los ríos; sobre todo las huertas de aguas abajo de Madrid capital y en las vegas del Jarama y el Tajuña donde coexisten con redes de acequias.



Su calidad es muy variable, dependiendo de los materiales infrayacentes a los depósitos aluviales y de la calidad del agua del río. Estos acuíferos son especialmente sensibles a la contaminación.

2. ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUAS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

2.1. ABASTECIMIENTO DE AGUAS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

La mayor parte de los grandes asentamientos humanos han surgido al borde del mar o de los ríos caudalosos para asegurar el normal abastecimiento a la población y atender al incremento del consumo derivado de su desarrollo. Madrid no es el caso. La insuficiencia de los recursos hidráulicos disponibles para abastecimiento de Madrid debió notarse a poco de haberse convertido en la capital de España, y como consecuencia del brusco incremento de población que este cambio supuso. Felipe III se quiso llevar la capitalidad a Valladolid por la notoria insuficiencia de caudales de agua disponibles para atender al crecimiento de la población y su demanda. Los antiguos pozos de los que tradicionalmente se abastecía Madrid, las minas o “viajes de agua”, que captaban agua en las proximidades de la sierra y las conducían hasta la capital, a pesar de la multiplicación y la extensión realizada hasta mediados del siglo XIX, no conseguían dotaciones superiores a 10 l/hab/día.

La solución al problema del abastecimiento a la capital se fue plasmando en una serie de proyectos donde proponían unas alternativas que no pudieron llevarse a cabo por sus elevados costes. Hasta que en junio de 1858 llega a Madrid el agua del Lozoya a través del “Canal Bajo” procedente del “El Pontón de la Oliva”. La empresa, fundada por Bravo Murillo con el apoyo de la Reina Isabel II, Canal de Isabel II, fue la encargada de llevar a cabo las obras necesarias para el abas-

tecimiento a Madrid. Este proyecto parte de una fórmula novedosa de financiación y mantenimiento que estriba en la venta del agua, implicando, por tanto, la distribución domiciliaria. Desde entonces y con el aumento de la red de distribución, se inicia un constante incremento del consumo y de las dotaciones unitarias que no se ha interrumpido hasta nuestros días. Al final del año 2000, el Canal de Isabel II abastece a más del 90% de los municipios de la Comunidad de Madrid, lo que supone una población abastecida de 4,83 millones de habitantes.

Íntimamente ligado al caudal de abastecimiento está la calidad del agua abastecida. Al principio las aguas se suministraban sin tratamiento alguno por cumplir las normas que se referían a “transparencia-cristalinidad”. A partir de los años 50 se utiliza cloro como desinfectante y al final de la década de los 60 entran en servicio las Estaciones Potabilizadoras de tratamiento convencional. El problema de la pérdida de calidad del agua como consecuencia de los vertidos contaminantes y el inicio de los procesos de eutrofización de las aguas embalsadas, empieza a tener consecuencias económicas por el incremento de los costes de tratamiento.

2.2. SANEAMIENTO DE AGUAS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Consecuencia del rápido crecimiento de Madrid, junto al incremento del caudal de abastecimiento por habitante, también se incrementa el vertido a los cauces de la región, apareciendo muy contaminados, sobre todo en sus cursos medios y bajos, en los que se ve afectada la fauna piscícola y el riego de las huertas con sus aguas supone un serio peligro a la salud. Para recuperar el equilibrio se hace imprescindible una depuración del agua residual.

En Madrid, a finales de los años 70, se presenta un claro desequilibrio entre un abastecimiento de buena

calidad y compleja infraestructura, con un saneamiento insuficiente y mal mantenido donde existía. El elemento diferenciador estaba en su forma de financiación. El primero se financiaba con la tarifa del consumo del agua, pero en saneamiento, tras una costosa inversión inicial, hacía falta un mantenimiento, cosa que era muy difícil, sobre todo porque estaba encomendado a los Ayuntamientos³. El resultado era una serie de estaciones de tratamiento de aguas que se habían construido gracias a proyectos con cargo a presupuestos ministeriales, capaces de tales inversiones, pero que por su elevado coste o su complejidad de funcionamiento, no se podían mantener:

La conveniencia de unificar la gestión del agua, estaba presente en el Plan Especial de Infraestructuras Básicas (COPLACO, 1976) y en el Decreto que reorganiza el Canal de Isabel II, aunque éstos sólo apuntaban posibilidades de actuación, sin entrar en el establecimiento de verdaderas directrices vinculantes, por estar subordinados a la entonces vigente y caduca Ley de Aguas de 1879.

Sólo cuando se adoptó el criterio de gestionar integralmente la financiación de los costos de captación, suministro, saneamiento y vertido del agua a través de una tarifa única, fue posible poner en marcha los programas de saneamiento que se gestaron tanto en el Ayuntamiento de Madrid como en la Comunidad a principios de los años 80.

2.3. MARCO LEGISLATIVO

Ya se ha comentado que en los años 60 empezaba a ser evidente la contaminación que estaban sufrien-

do las masas de agua receptoras de vertidos urbanos e industriales en el entorno de la capital de España, consecuencia del aumento de población experimentado durante esa época, el problema se agravaba si las masas receptoras eran a su vez de abastecimiento. En 1968, en Estrasburgo, aparece un importante documento "la Carta Europea del Agua" donde se plantea la necesidad de recuperar el equilibrio gestionando el agua de forma integral, controlando constantemente su calidad y caudal dentro de la cuenca hasta su reintegro en ella una vez usada; también dice textualmente "la correcta gestión hidráulica debe ser objeto de un Plan establecido por las autoridades competentes". En base a ello y ante la acuciante necesidad de resolver la situación, tanto en saneamiento como en abastecimiento, se realizaron una serie de Planes para solucionar el problema en Madrid, que partían de distintos organismos competentes (Ayuntamiento, Confederación Hidrográfica, Diputación Provincial, etc)⁴.

Paralelamente a esto se reorganiza el Canal de Isabel II (mediante Real Decreto 1091/1977, de 1 de abril, por el que se reorganiza el Canal de Isabel II, y Real Decreto 3459/1977, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Canal de Isabel II), en el que se reconoce la importancia y trascendencia de los problemas del agua en Madrid, sólo se ocupa del abastecimiento y saneamiento, sin tener en cuenta otros usos ya que está subordinado a la por entonces vigente Ley de Aguas de 1879.

La Constitución Española, en 1978, reconoce la competencia de las Comunidades Autónomas en materia de Aguas (artículo 148). Esta situación viene a superponerse al entramado formado por el Canal

³Los Ayuntamientos tienen la responsabilidad del abastecimiento y saneamiento desde 1924, que se les delega estas competencias, ya que se consideran servicios públicos locales.

⁴ • Plan Nacional de Abastecimiento y Saneamiento. Cuenca del Tajo. Dirección General de Obras Hidráulicas
• Plan Especial de Infraestructuras Básicas de la Provincia de Madrid, COPLACO, 1977
• Plan de Saneamiento Integral de Madrid, Ayuntamiento de Madrid y MOPU, 1977

de Isabel II, Comisaría de Aguas del Tajo, la Confederación Hidrográfica del Tajo, la Dirección General de Obras Hidráulicas, la Diputación Provincial y los Ayuntamientos.

El abastecimiento y saneamiento de la fuerte concentración de población tuvo una elevada incidencia sobre el medio ambiente, producía grave contaminación de los ríos de la región. El consumo realizado por Madrid y los municipios mayores, genera tal necesidad de agua y produce tal cantidad de vertidos contaminantes que prácticamente todos los municipios de su entorno resultan afectados, imponiendo restricciones de uso en las cuencas receptoras, detrayendo agua en cursos que quedan secos en verano o la contaminación producida por vertidos masivos que afectan a territorios vecinos. La posibilidad de utilizar el agua depurada para nuevos usos hace además, más importante su tratamiento corrector en zonas de escasez del recurso.

Así, al amparo de lo dispuesto en el artículo 149 de la Constitución Española, corresponde a las Comunidades Autónomas, en virtud de las competencias estatutarias atribuidas a éstas, en el marco del artículo 148 de la Constitución, y en base a ello y en lo relativo a las obras públicas de interés de la Comunidad, dentro de su territorio (artículo 26 del Estatuto de Autonomía) y de los proyectos, construcción y explotación de los aprovechamientos hidráulicos de interés en la Comunidad de Madrid, se instrumenta la **Ley 17/1984**, de 20 de diciembre, **que regula el abastecimiento y saneamiento en la Comunidad de Madrid**. Esta Ley constituye el primer paso para dotar a todos los ciudadanos de la Comunidad de Madrid de un abastecimiento de agua eficaz, con garantía de cantidad y calidad, y de un saneamiento que minimice el impacto ambiental sobre los ríos.

Hasta esta fecha las competencias de saneamiento y abastecimiento las tienen los Ayuntamientos. A partir de esta Ley las competencias se reparten en función de los ámbitos territoriales que resulten afectados. Se considera de interés supramunicipal a los servicios de aducción o traída de aguas (incluidos embalses, captaciones y grandes redes para abastecimiento) y a los servicios de depuración de aguas residuales, por la incidencia de la contaminación en los términos municipales situados aguas abajo, cuando existe un mal o un nulo funcionamiento; y se considera de interés municipal a los servicios relativos a la distribución de agua desde los depósitos a las acometidas y a los servicios de alcantarillado o recogida de aguas residuales hasta la depuradora.

El abastecimiento incluye los servicios de aducción (que comprende las funciones de captación y alumbramiento, embalse, conducciones por arterias o tuberías primarias, tratamiento y depósito) y depósito (que comprende la elevación por grupos de presión y el reparto por tuberías, válvulas y aparatos hasta las acometidas particulares).

El saneamiento incluye los servicios de alcantarillado (comprende la recogida de aguas residuales y pluviales y su evacuación a los distintos puntos de vertido) y depuración (comprende la devolución a los cauces o medios receptores de las aguas convenientemente depuradas).

Corresponde a la Comunidad de Madrid (aducción y depuración):

- La regulación de ambos servicios, sin perjuicio de las competencias del Estado y las Entidades Locales.
- La planificación general (esquemas de infraestructuras y definición de criterios sobre niveles de

prestación de servicios y niveles de calidad exigibles a los efluentes y cauces receptores) de acuerdo con los Planes Hidrológicos y con el Planeamiento Territorial y Urbanístico.

- Aprobación definitiva de planes y proyectos referentes a dichos servicios.
- Elaboración de planes y proyectos, así como construcción y explotación de las obras que promueva directamente.
- Aprobación y control del régimen financiero.
- La función ejecutiva y de control de los vertidos en las aguas que discurren por su territorio, en coordinación con la administración central.

La Comunidad de Madrid podrá delegar sus competencias a Entidades Locales y otros Organismos para mejorar la eficacia de la gestión pública.

Corresponde a los Ayuntamientos (distribución y alcantarillado):

- La planificación de sus redes de distribución y alcantarillado, de acuerdo con sus Planes Urbanísticos y respetando los puntos y condiciones de salida —depósitos o conexiones a redes supramunicipales— y llegada —puntos de vertido final— autorizados por la planificación general de la Comunidad.
- Los proyectos, construcción, explotación y mantenimiento de redes.
- Aprobación de tarifas o tasa de ambos servicios, previa autorización de la Comisión de Precios de la Comunidad de Madrid.
- El control de vertidos a la red municipal del alcantarillado, incluyendo la adopción de medidas correctoras, de acuerdo con las Ordenanzas municipales, normativa de la Comunidad y del Estado.

- Las iniciativas en la redacción de planes y proyectos, cuya aprobación definitiva corresponde a la Comunidad de Madrid; ejecutar las obras correspondientes; prestar los servicios; y proponer modificación de tarifas.

Para procurar una gestión integral del recurso agua en la Comunidad de Madrid, esta Ley incorpora a las entidades existentes hasta ese momento con funciones en el abastecimiento de aguas y aconseja la implantación de la gestión integrada de los servicios de aducción y depuración. Así se incorporan al Organismo Canal de Isabel II⁵, los patrimonios, funciones y obligaciones de la Fundación Provincial para Abastecimiento de Aguas Potables⁶, conocida como Fundación Sur —que queda suprimida con esta Ley— y del Consorcio para el Abastecimiento de Agua y Saneamiento a los Pueblos de la Sierra de Guadarrama (CASRAMA)⁷ —que se disuelve con esta Ley—.

La Ley establece que será el Canal de Isabel II el que realice la explotación de los servicios de aducción y depuración, promovidos directamente o encomendados a la Comunidad de Madrid, así como las funciones relacionadas con los servicios hidráulicos. También establece la necesidad de aprobar un Plan Integral del Agua en Madrid, donde aparezcan de forma globalizadora las actuaciones a que se refiere esta Ley.

El primer Plan Integral del Agua de Madrid, 1985-1991 (PIAM), abarcaba tanto abastecimiento como depuración y fue ejecutado en varias fases. Su objetivo principal en abastecimiento era extender y completar la red de aducción a todos los municipios que carecieran de ella, así como garantizar la calidad del servicio en dicha red. El objetivo principal en depuración era contar con un tratamiento adecuado para las cargas contaminantes generadas, mediante un sistema de Estaciones Depuradoras de

Agua Residuales y los correspondientes sistemas de colectores y emisarios que transportasen los efluentes municipales hasta aquéllas.

Cumplido el horizonte temporal de dicho Plan, aparece la Directiva 91/271/CEE, de 21 de mayo, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, afectando de forma sustancial a la planificación hidráulica, pues esta normativa europea impone obligaciones de saneamiento a poblaciones con cierto número de habitantes con horizontes temporales definidos, que acaban en el año 2005. Teniendo todo esto en cuenta se aprueba el hoy vigente Plan de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales de la Comunidad de Madrid 1995-2005, (Resolución 23/5/95), ya sin atender a las aguas de abastecimiento.

El abastecimiento y depuración de la Comunidad de Madrid queda además condicionado por un marco legal formado por disposiciones en materia de gestión integral del agua, como las disposiciones estatales, destacando la Ley 29/85, de Aguas⁸, los Reglamentos que la desarrollan (Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, del Dominio Público Hidráulico y Real Decreto 927/1988, de 29 de

julio, de la Administración Pública y la Planificación Hidrológica) y el Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo (Real Decreto 1.664/1998, de 24 de julio). Entre las disposiciones de la Comunidad de Madrid: destaca el Decreto 137/1985, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre el régimen económico y financiero del abastecimiento y saneamiento de agua en la Comunidad de Madrid, la ley 10/1993, de 26 de octubre, sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento, la ley 7/1990, de 28 de junio, de Protección de Embalses y Zonas Húmedas de la Comunidad de Madrid, y los Decretos en desarrollo de ellas; el Convenio Marco para la gestión integral de abastecimiento y saneamiento en los municipios de la Sierra Norte (1989), y los distintos convenios para la aducción, gestión comercial o gestión integral del agua entre los Ayuntamientos y el Canal de Isabel II, y por último el Decreto 170/1998, de 1 de octubre, que regula la gestión de las infraestructuras de saneamiento de aguas residuales de la Comunidad de Madrid.

En este último Decreto es donde se reglamenta el ejercicio de las competencias de la Comunidad de

⁵ En el momento de su reorganización el Canal de Isabel II tenía dos Sistemas de infraestructuras hidráulicas superficiales:

- Sistema norte: Corresponde a las cuencas del Jarama y sus afluentes Lozoya, Guadalix y Manzanares, discurrendo por sus aducciones principales: Canal Bajo, Canal Alto, Canal de Santillana y Canal del Atazar, en sentido sensiblemente norte-sur.
- Sistema oeste. Corresponde a las cuencas del Guadarrama y Alberche. La del Alberche, a través de la "Conducción Picadas-Majadahonda", mediante el que se denominó Abastecimiento de Madrid Solución Oeste (AMSO). Y en la cuenca del Guadarrama, el Sistema Guadarrama-Aulencia con los embalses de Las Nieves-Valmayor; así como la aducción correspondiente "Conducción Valmayor-Majadahonda" que converge con la del AMSO en el nudo de Majadahonda, desde donde es conducida a Madrid capital.

⁶ Fundación provincial para abastecimiento de agua potable: Infraestructura de la Diputación Provincial que se realizó en 1972, partiendo de una captación subálvea en el río Guadarrama a la altura de Batres. La progresiva contaminación del río Guadarrama obligó en 1977 a obtener recursos más profundos para aumentar el caudal. Estos caudales se impulsan a un depósito en Griñón, se potabiliza y distribuye por gravedad hasta los depósitos municipales (como CASRAMA, es en "alta"), a los municipios de esta zona.

⁷ Consorcio para el abastecimiento de agua y saneamiento a los pueblos de la Sierra de Guadarrama (CASRAMA). Consorcio entre MOPU, Diputación Provincial y 22 municipios de la zona de la Sierra de Guadarrama (1963), resultado de un conjunto de acciones públicas que procuraron solucionar los graves problemas de abastecimiento de la zona noroeste, que se ampliaba con segunda residencia y carecía de recursos. Se articula el abastecimiento a partir de las presas de La Jarosa, Navacerrada y Navalmedio que suministran agua a todos los núcleos y urbanizaciones del sector noroccidental de la Comunidad de Madrid. Tiene además tres estaciones de tratamiento a la salida de los embalses y sus correspondientes aducciones que daban suministro, según el convenio, sólo hasta los depósitos municipales y de urbanizaciones, lo que se llama en términos hidráulicos "abastecimiento en alta". Este Sistema se completa posteriormente con la presa de La Aceña (que tiene una conducción que llega hasta el embalse de La Jarosa, conectando ambas cuencas) y la conexión del Sistema CASRAMA con el embalse de Santillana.

⁸ En vigor el Texto Refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

Madrid en relación con la explotación y mantenimiento de los sistemas colectores y emisarios afectados a su Red General, a través de la encomienda de estas funciones a las Entidades Locales y al Canal del Isabel II. Desarrolla el mecanismo para llevar a cabo la mutua información entre las Entidades Locales y la Comunidad de Madrid respecto a los planes y proyectos de saneamiento, así como el procedimiento de autorización por esta última de las redes de alcantarillado municipal que conecten sus vertidos a las infraestructuras supramunicipales. Al mismo tiempo crea el Catálogo de Colectores y Emisarios, que tendrá carácter de registro público de naturaleza administrativa.

La explotación y mantenimiento de los tramos de conducción y sus infraestructuras asociadas corresponde al Ente Gestor asignado en el Catálogo. La asignación se hace con los siguientes criterios generales:

- a) Si los tramos de colector discurren bajo casco urbano consolidado de un municipio se gestionan por el Ayuntamiento de dicho municipio.
- b) Si los tramos de colector discurren fuera del casco urbano consolidado también se gestionarán por el Ayuntamiento correspondiente.
- c) Los emisarios que discurren fuera del casco urbano se gestionan por el Canal de Isabel II, previa encomienda por la Consejería de Medio Ambiente.
- d) Las infraestructuras complementarias se gestionan por el Ente Gestor que tenga asignado cada tramo al que está asociado.

3. RECURSOS HIDRÁULICOS. INFRAESTRUCTURAS DE ABASTECIMIENTO EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Si, según el diccionario de la RAE, Recurso es “el conjunto de elementos disponibles para resolver

una necesidad”, recursos disponibles son aquellos que son susceptibles de ser utilizados, y recursos hidráulicos, el volumen de agua disponible en una región durante un tiempo determinado, se puede afirmar que los recursos hidráulicos disponibles son aquellos que las instalaciones existentes en cada momento permiten hacer llegar y, por tanto, utilizar, aún siendo superiores a la demanda real.

En la Comunidad de Madrid los recursos hídricos disponibles con las infraestructuras hidráulicas existentes se destinan fundamentalmente a abastecimientos urbanos e industriales, ya que las demandas agrícolas ofrecen un menor interés relativo frente a las otras. (Mientras que a nivel nacional la agricultura supone un 81% del consumo total del agua, en Madrid sólo supone el 33%).

Hay que diferenciar las infraestructuras que explotan los recursos de aguas superficiales de las que explotan las aguas subterráneas, ya que están sometidos a diferentes sistemas de explotación; aunque los criterios de gestión estén integrados para permitir un uso más racional de los mismos.

3.1. INFRAESTRUCTURAS PARA EXPLORACIÓN DE LOS RECURSOS SUPERFICIALES

El sistema de abastecimiento del Canal de Isabel II está integrado por 14 embalses (tabla III-2), 4 presas de derivación (tabla III-3) y 22 grandes conducciones principales (tabla III-4) para abastecer a los distintos centros de demanda (Tablas en la siguiente doble página). La capacidad teórica de embalse del sistema hidráulico regional es de 945,9 hm³. En el año 1999 el volumen de agua embalsado ascendió a 503,2 hm³ y en el año 2000 a 663,4 hm³, lo que supone un 52,2 y 70,1% respectivamente con respecto al total, poniendo de manifiesto las acusadas variaciones

estacionales – con aparición de avenidas y presencia de sequías prolongadas - de la región.

Un buen indicador de la disponibilidad real de agua debida a los embalses es el que representa el porcentaje medio anual de las reservas de los embalses con respecto a su capacidad total (Figura III-4, siguiente página).

Los municipios gestionados por el Canal de Isabel II en 1999 son 158, con una población abastecida de 4.821.154 habitantes, es decir el 93,7% de la población madrileña. En el año 2000 los municipios abastecidos ascienden a 163, con una población de 4.832.000 habitantes (un 92,8% de la población).

Este conjunto de infraestructuras del Canal de Isabel II se completan con otras de menor entidad, aunque no por ello menor importancia, que son:

- Depósitos, son elementos periurbanos, situados en su mayoría cerca del municipio de Madrid, destacan los de El Goloso, Islas Filipinas, Retamares, El Plantío, Valdelatas, Getafe, entre otros, en total 22.
- Estaciones de tratamiento (ETAP), transforman el agua natural en potable aplicando una serie de tratamientos (aireación, preoxidación, coagulación-floculación, decantación, filtración por arena, neutralización, ozonización y desinfección). El Canal tiene 12 estaciones, con una capacidad máxima de tratamiento total de 3.717 m³/día; las mayores son Colmenar, Torrelaguna, Valmayor y Santillana.
- Estaciones de elevación, son estaciones de bombeo para abastecer zonas más elevadas topográficamente donde el agua no puede llegar por gravedad o llega con muy poca presión. El Canal tiene 18. Las hay urbanas, como Plaza de Castilla, San Blas y Extremadura, y otras rurales como Picadas, Colmenar o Pinilla.

- Arterias de cintura y principales, son canalizaciones que interconectan los depósitos, están circundantes a las áreas urbanas y son los sistemas principales de distribución.

La red de distribución se empezó a construir en 1851, y a través del tiempo se ha ido ampliando y modificando según las necesidades de la población abastecida y la extensión superficial de los cascos urbanos. En el año 1999 había 8.498 km de tubería y en el año 2000 un 7,3% más (9.171 km), con diámetros que oscilan entre 40 y 2.000 mm.

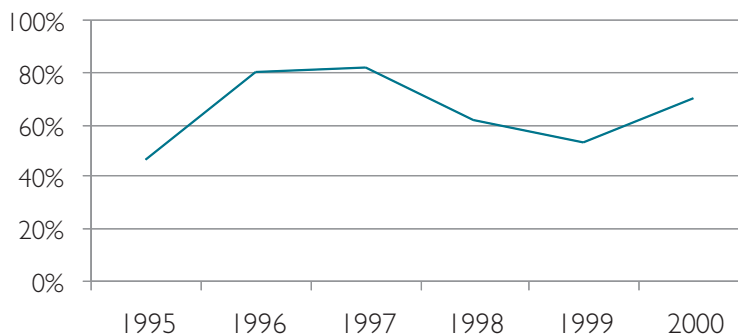
El Canal de Isabel II ha elaborado un modelo matemático de gestión (CANSYS) cuyo objetivo fundamental es evaluar los caudales disponibles con las obras existentes y los niveles de garantía de abastecimiento alcanzables en función de las demandas a satisfacer (actuales y futuras). Este sistema optimiza mensualmente la utilización de las distintas fuentes de suministro en función del agua acumulada en los embalses. El modelo contempla las situaciones más desfavorables que se pueden presentar en un horizonte de 24 meses.

De este modo, en los periodos con agua abundante en los embalses, se cubre la totalidad de la demanda con agua de dicha procedencia. Durante las épocas de sequía se recurre, además del bombeo de aguas subterráneas, a la utilización de las captaciones en el río Sorbe (desde el azud del Pozo de los Ramos) y a los embalses de Picadas y San Juan, en el río Alberche (trasvase Picadas-Valmayor), que pueden proporcionar hasta 120 millones de m³/año (hasta el 40% de la demanda).

Asimismo, hay una serie áreas urbanizadas no conectadas con los anteriores sistemas de abastecimiento (cada vez en menor número) que resuelven autónomamente su suministro, con los abastecimientos autónomos, generalmente son aguas subterráneas (manantiales,

Figura III-4

Reservas de agua en los embalses del Canal de Isabel II (% de la capacidad de embalse).



Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-2

Embalses del Canal de Isabel II.

EMBALSES (CUENCAS)	CAPACIDAD (HM ³ /AÑO)	SUPERFICIE (ha)
Cuenca del Lozoya	588,8	2.269,0
Pinilla	38,1	446,0
Riosequillo	50,0	326,0
Puentes Viejas	53,0	292,0
El Villar	22,4	136,0
El Atazar	425,3	1.069,0
Cuenca del Jarama	55,7	260,0
El Vado	55,7	260,0
Cuenca del Guadalix	40,9	396,0
Pedrezuela	40,9	396,0
Cuenca del Manzanares	102,2	1.137,0
Santillana	91,2	1.044,0
Navacerrada	11,0	93,0
Cuenca del Guadarrama	132,3	823,5
Navalmedio	0,7	7,5
La Jarosa	7,2	61,0
Valmayor	124,4	755,0
Cuenca del Alberche	26,0	147,7
La Aceña	23,7	115,0
Los Morales	2,3	32,7
Totales	945,9	5.033,2

Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-3

Presas de Derivación del Canal de Isabel II.

Denominación	Río	Fecha entrada servicio	Conducción a que da origen
La Parra	Lozoya	1904	Canal de La Parra
El Mesto	Guadalix	1906	Canal del Guadalix
Pozo de los Ramos	Sorbe	1972	Canal de El Sorbe
Las Nieves	Guadarrama	1976	Trasvase de Las Nieves

Fuente: Canal de Isabel II

Denominación	Fecha de entrada en servicio	Longitud (km)	Capacidad de conducción (m ³ /seg)	Origen	Final
Canal Bajo	1858	58,1	4	Depósito inferior (Nudo Calerizas)	Depósito de Islas Filipinas
Canal de La Parra	1904	23,7	3	Azud de La Parra	Canal Bajo
Canal de El Guadalix	1906	3,7	4	Azud de El Mesto	Canal Bajo
Canal de Santillana	1912	36	4,5	Presa Manzanares El Real	Depósito de El Olivar
Canal de El Villar	1912	16,7	8	Presa de El Villar	Depósito superior (Nudo Calerizas)
Canal Alto	1940	56	6	Depósito superior (Nudo Calerizas)	Depósito de Pza. Castilla
Canal del Este	1945	13,7	3,2	Nudo de El Olivar	Depósito de Vallecas
Canal de El Jarama	1960	34,4	8	Presa de El Vado	Depósito superior (Nudo Calerizas)
Unión entre depósitos Pza. de Castilla-Bravo Murillo	1952-1966	3,7	6,5	Depósito de Pza. Castilla	Depósitos de Brvo. Murillo e Islas Filipinas
Canal de El Atazar	1966-1970	65,4	16	Presa de El Atazar	Depósito de Pza. Castilla
Canal de Picadas	1967	49,2	3,8	Elevadora de Picadas (Embalse de Picadas)	Nudo de Majadahonda
Canal del Oeste	1968	30,7	3	Depósito de El Goloso	Depósito de Retamares
Canal de El Vellón	1968	6,7	8	Presa de Pedrezuela	Canal de El Atazar
Arteria de Cintura Sur	1969-1985-1991	21,5	6	Arteria principal del Este	Arteria Majadahonda-Retamares
Trasvase Navalmedio-Navacerrada	1969	4,5	5,8	Presa de Navalmedio	Embalse de Navacerrada
Canal de El Sorbe	1971	9,3	8	Azud Pozo de Los Ramos	Canal de El Jarama
Arteria Majadahonda-Retamares	1973-1985	14	6	Nudo de Majadahonda	Arteria Cintura Sur
Arteria Principal del Este	1973	17,1	6	Nudo de El Olivar	Arteria cintura Sur
Canal de Valmayor	1976	17,4	6	Presa de Valmayor	Nudo de Majadahonda
Trasvase de Las Nieves	1976	5,1	30	Azud de Las Nieves	Embalse de Valmayor
Trasvase La Aceña-La Jarosa	1991	10,2	10	Presa de La Aceña	Embalse de La Jarosa
Trasvase San Juan-Valmayor	1993	32	6	Presa de San Juan	Embalse de Valmayor

Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-4

Grandes
Conducciones en
la Comunidad
de Madrid.

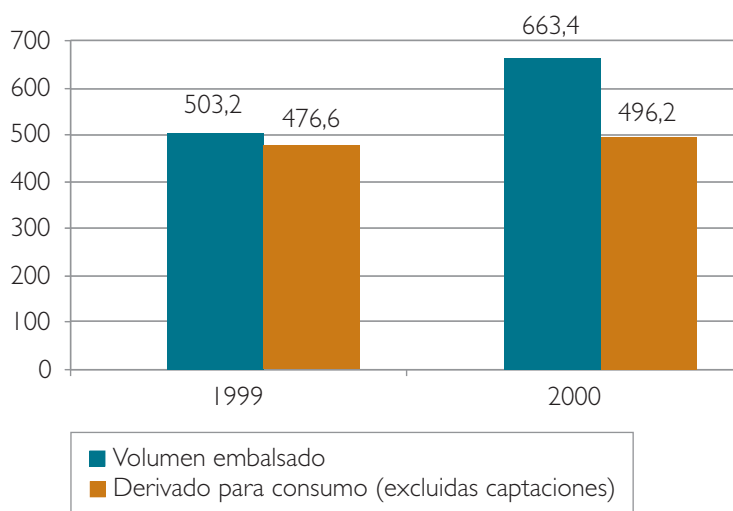
pozos, fuentes, etc) aunque hay algunos casos que cuentan con embalses propios, como Miraflores de la Sierra.

Durante el año 1999 se derivaron para el consumo procedente de los embalses del Canal de Isabel II (ver Figuras III-5 y III-6) un total de 476,6 hm³, lo que supone un 88,9% del total derivado para consumo (se completa con las aguas subterráneas, la captación del Sorbe, Picadas y La Parra). En el año 2000 el volumen derivado para consumo ascendió a 496,2 hm³, suponiendo un 91,5% del total derivado.

Por su parte en el año 1999 se derivaron para el consumo 3,1 hm³ de la Mancomunidad del Sorbe, lo que supuso un 0,6% de total. Durante el año 2000, con una aportación del 5%, fueron derivados un total de 27,1 hm³. Del canal de La Parra se derivaron 0,2 y 0,6 hm³, durante 1999 y 2000 respectivamente. De los caudales susceptibles de aprovechamiento de Picadas no fue derivado ningún caudal para abastecimiento durante este bienio.

Figura III-5

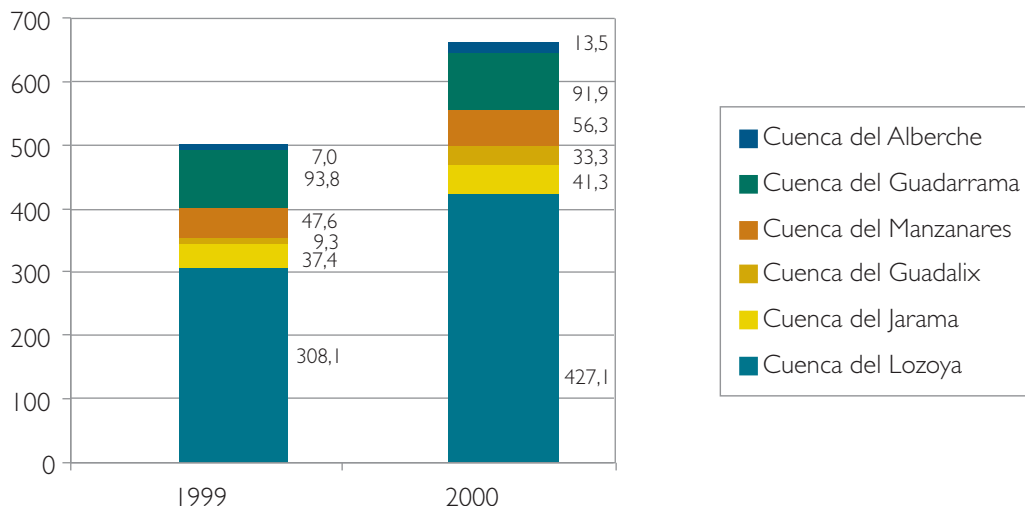
Relación entre volumen embalsado y derivado para consumo 1999-2000 (hm³).



Fuente: Canal de Isabel II

Figura III-6

Volumen embalsado por cuencas.



Fuente: Canal de Isabel II

Denominación Sistemas Generales	Nº de unidades	Caudal max. (l/s) Aportación Anual (hm³)	Aportación en:
Fuencarral	9	620 17-18	Depósito de El Goloso
Canal Bajo	12	760 18-20	Canal Bajo
Canal Alto – Goloso	7	260 3-4	Canal Alto
Zona Oeste (Canal del Oeste, Majadahonda y Plantío)	12	780 14-17	Canal del Oeste, Depósito de El Plantío y Depósito de Majadahonda
Batres	6	260 3-4	Depósito de Griñón
Torrelaguna	8	890 5-12	Canal de la Parra y Canal Bajo
Total sistemas generales	54	3.570 60-75	

Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-5

Campos de pozos de abastecimiento de la Comunidad de Madrid (fin 2000).

3.2. INFRAESTRUCTURAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS SUBTERRÁNEOS

El Canal de Isabel II cuenta con una serie de pozos en situación operativa de servicio que se utilizan para cubrir situaciones de emergencia. Estos pozos se localizan en diferentes municipios de la Comunidad de Madrid, estando la mayor parte de estas captaciones explotando los niveles más productivos del acuífero terciario detrítico de Madrid.

Ya se ha mencionado que las aguas subterráneas constituyen un "recurso estratégico" de abastecimiento complementario en períodos de escasez hídrica y/o en casos de incidencias en los sistemas de distribución. Así, en períodos de sequía, que se estiman en 1 año de cada 4 ó 5 en promedio, cuando descienden los volúmenes almacenados en los embalses, entran en servicio, estos recursos. De forma que el acuífero puede

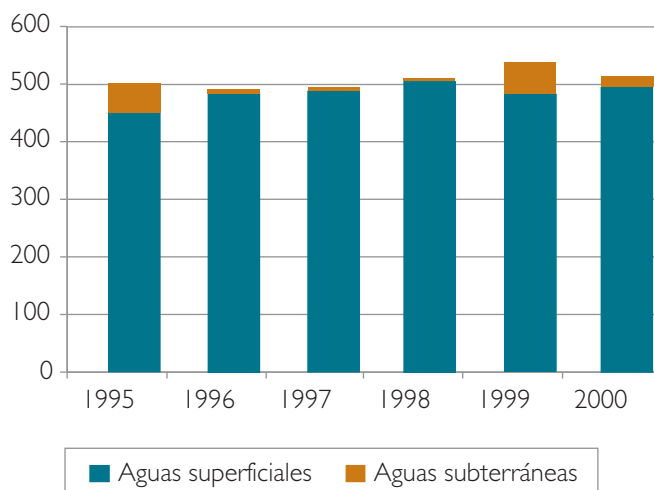
recuperarse en ese ciclo y así garantizar su sostenibilidad.

A efectos de gestión, los campos de pozos en los años 1999 y 2000 se agrupan en dos categorías: sistemas generales y sistemas locales (Tabla III-5). Los primeros aportan el agua captada a la infraestructura del Canal (ETAP, depósitos y conducciones) mientras que los pozos de los sistemas locales incorporan sus aguas a los depósitos municipales de las poblaciones que abastecen.

A los Campos de Pozos anteriores hay que añadir una lista de municipios, que durante el año 2000 ascendían a 68, entre los que destacan por el número de pozos Móstoles con 10 unidades, Parla con 7 y Fuenlabrada y Navalcarnero con 4, el resto cuentan con 1 ó 2 unidades, que aportaron caudales máximos de 1.336 l/s. Junto a los de sistemas generales, hacen un total de 122 captaciones que aportan un caudal máximo entre 60-75 hm³ en época de sequía⁹.

⁹ Durante el año 2001 las captaciones son 76, con una capacidad de bombeo máxima instantánea de 4,5 m³/s, de las cuales 0,5 m³/s se incorporan a los sistemas locales. Se ha reducido el caudal nominal respecto a años anteriores al haberse eliminado 35 captaciones de los sistemas locales, puesto que la experiencia ha mostrado que puede prescindirse de dichas captaciones sin afectar a la garantía de los abastecimientos, quedando exclusivamente para emergencias. Al mismo tiempo se incrementa la eficacia del aprovechamiento.

Figura III-7
 Procedencia del
 volumen de agua
 derivado para consumo
 (hm³).



Fuente: Canal de Isabel II

Desde 1995, la capacidad de explotación de las aguas subterráneas de la Comunidad de Madrid se ha incrementado sustancialmente pasando de una capacidad de bombeo máxima instantánea de 1,7 m³/s a principios de 1995 hasta los 3,2 m³/s en 1999 y a 3,76 m³/s en el año 2000.

En la figura III-7 puede observarse la participación de las aguas subterráneas en el abastecimiento del Canal de Isabel II y cómo se evidencian los períodos más secos, por la mayor aportación. Durante el año 1999 fueron aportados para consumo un total de 56,1 hm³ de aguas subterráneas, que supone un 10,5% del total derivado; esta cifra en el año 2000 descendió hasta 3,4%, el volumen derivado fue de 18,3 hm³.

4. INFRAESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Se puede entender que un Sistema de Saneamiento es el conjunto de infraestructuras destinadas a recoger las aguas residuales en los

lugares donde se originan, transportarlas, depurarlas y verterlas a un cauce receptor. Las distintas actividades que se desarrollan en la Comunidad de Madrid generan un importante volumen de aguas residuales que son evacuadas al Sistema Integral de Saneamiento, a través de acometidas o ramales que enlazan, los puntos en que estas aguas se producen, con el alcantarillado inmediato. La red de alcantarillas concluye, en general, en un colector que entronca con un emisario que conduce a la estación depuradora de aguas residuales. En la Comunidad de Madrid el sistema es gestionado por el Canal de Isabel II, aunque existen algunas infraestructuras privadas.

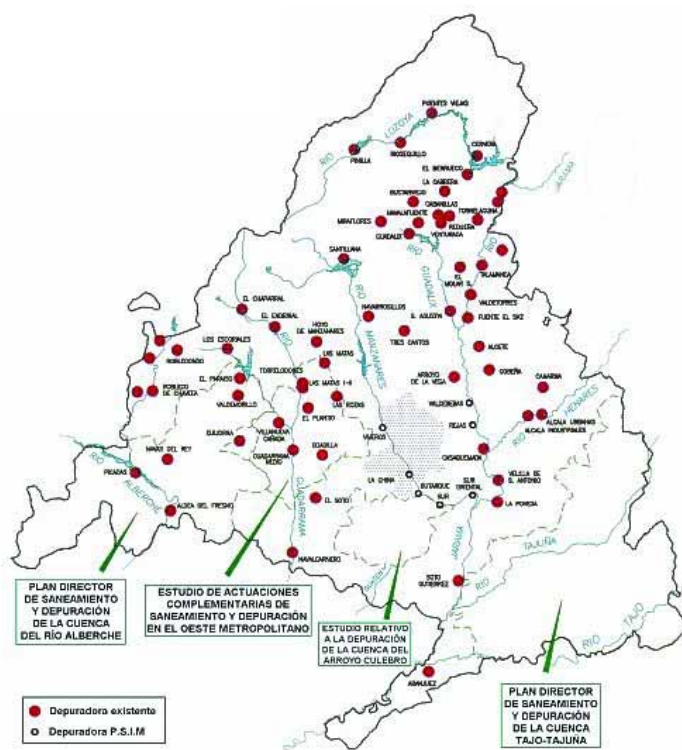
En el Decreto 170/1998, sobre gestión de infraestructuras de saneamiento de aguas residuales de la Comunidad de Madrid, se establece la titularidad de las infraestructuras del Canal y por tanto, de la Comunidad de Madrid y además, define Sistema Integral de Saneamiento como el conjunto de infraestructuras públicas de saneamiento que comprendan algunos de los elementos siguientes: red de alcantarillado, colectores¹⁰, aliviaderos, emisarios¹¹,

¹⁰ Colectores: son conducciones a las que se conecta la red de alcantarillado municipal, para la recogida y transporte de las aguas residuales urbanas, que dan servicio a un sólo municipio, y que están comprendidas dentro de su término municipal.

¹¹ Emisarios son conducciones que transportan las aguas residuales urbanas procedentes, al menos, de un municipio distinto de aquél por el que discurre su traza, hasta la correspondiente estación depuradora de aguas residuales.

Figura III-8

Red de plantas
depuradoras de la
Comunidad de Madrid.



Fuente: Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.

estaciones de bombeo, balsas y depósitos de laminación de aguas de tormenta, y estaciones de depuración de aguas residuales, cualquiera que sea el tipo de tecnología utilizada y cuyo objetivo sea recoger, transportar y depurar las aguas residuales para devolverlas a los cauces públicos en condiciones compatibles con el mantenimiento del medio ambiente, particularmente en lo que se refiere al recurso hídrico.

Divide el Saneamiento en Servicio de Alcantarillado (recogida y evacuación los puntos de vertido o entronque a colectores, a emisarios o a instalaciones de depuración) y Servicio de Depuración (devolución al medio receptor tras su tratamiento en las instalaciones de depuración). Ya se ha mencionado

que, según establece la Ley 17/1984, la competencia en el Servicio de Alcantarillado corresponde a los Ayuntamientos y el Servicio de Depuración, a la Comunidad Autónoma, y por tanto lo realiza el Canal de Isabel II.

El Sistema de depuración del Canal de Isabel II (Figura III-8 y Tablas III-6 a III-18) está formado por 67 Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR), que depuran los vertidos de más del 95% de la población de la Comunidad de Madrid, exceptuando la capital (que gestiona sus aguas residuales a través del Plan de Saneamiento Integral de Madrid II (PSIM-II de 1997)¹². En el año 1999 la población equivalente depurada fue de 2.505.000 h.e. y en el año 2000 de 2.597.000 h.e.

¹² El PSIM denomina a sus infraestructuras de depuración Estaciones de Regeneración de Aguas Residuales (ERAR). El territorio de actuación del PSIM queda dividido en siete zonas correspondientes a las plantas depuradoras: Viveros, La China, Butarque, Sur, Suroriental (que vierten al Manzanares) y Valdebebas y Rejas (que vierten al Jarama). Entre las actuaciones más destacadas, se prevé la construcción de una nueva depuradora, "La Gavia" en la zona sur de Madrid.

Tabla III-6

Cuenca del Tajo
Estaciones Depuradoras
(construidas).

Estación Cuenca del Tajo	Fecha entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Procesos
ARANJUEZ	1989 (ampliación 2000)	157.500	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en centrifugadora
VILLACONEJOS	2000	4.340	Biodiscos

Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-7

Cuenca del Lozoya
Estaciones Depuradoras
(construidas).

Estación Cuenca del Lozoya	Fecha entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Procesos
PINILLA	1987	7.500	Agua: Físicoquímico con adición de reactivos + biológico de fangos activados convencional Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en filtro banda
PUENTES VIEJAS	1987	5.800	Agua: Físicoquímico con adición de reactivos + biológico de fangos activados convencional Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en filtro banda
RIOSEQUILLO	1990	10.000	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes Fango: Deshidratación en filtro banda
CERVERA	1991	1.000	Lecho bacteriano
EL BERRUECO	1991	1.600	Lecho bacteriano

Fuente: Canal de Isabel II

Estación Cuenca del Jarama	Fecha entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Procesos
ARROYO DE LA VEGA	1986 (ampliación 1990)	220.000	Agua: Físicoquímico + biológico de fangos activados convencional Fango: Digestión anaerobia + deshidratación en filtro banda
CASAQUEMADA	1987 (ampliación 2000)	505.750	Agua: Físicoquímico + biológico de fangos activados convencional Fango: Horno de incineración + deshidratación en filtro prensa
LA POVEDA	1987 (ampliación 1994)	100.000	Agua: Físicoquímico + biológico de fangos activados convencional Fango: Estabilización química + deshidratación en filtro banda
TORREMOCHA	1988	1.750	Filtro verde
TORRELAGUNA	1988	6.000	Lecho de turba
LA CABRERA	1988	7.150	Lecho de turba
VENTURADA	1988	300	Lecho de turba
REDUEÑA	1988	400	Filtro verde
VALDEPIÉLAGOS	1988	750	Lecho de turba
ALGETE	1988 (ampliación 2000)	43.750	Agua: Biológico de aeración prolongada Fango: Deshidratación en filtro banda
TRES CANTOS	1988 (ampliación 1991)	50.000	Agua: Físicoquímico + biológico de fangos activados convencional Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en filtro banda
SOTO GUTIÉRREZ	1991 (ampliación 2000)	119.170	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes Fango: Digestión anaerobia + deshidratación en centrifugadora
FUENTE EL SAZ	1992	40.000	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación Fango: Deshidratación en centrifugadora
PATONES	1993	700	Filtro verde
CABANILLAS	1993	1.100	Lecho de turba
COBEÑA	1993	4.000	Lecho de turba
MOLAR SUR	1993	5.000	Lecho de turba
VALDETORRES	1994	7.350	Lecho de turba
TALAMANCA	1994	6.000	Filtro verde
VELILLA	1996	123.000	Agua: Físicoquímico con adición de reactivos + biológico de fangos activados convencional Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en centrifugadora

Tabla III-8

Cuenca del Jarama
Estaciones Depuradoras
(construidas).

Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-9

Cuenca del Guadalix
Estaciones Depuradoras (construidas).

Estación Cuenca del Guadalix	Fecha entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Procesos
GUADALIX	1979 (ampliación 1993)	14.000	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación Fango: Deshidratación en centrifugadora
MIRAFLORES	1983 (ampliación 1992)	20.000	Agua: Físicoquímico con adición de reactivos + biológico de fangos activados convencional Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en filtro banda
SAN AGUSTÍN	1990	24.000	Agua: Físicoquímico + biológico de fangos activados convencional Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en filtro banda
BUSTARVEJO	1993	17.200	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación Fango: Deshidratación en centrifugadora
NAVALAFUENTE	1996	6.300	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación Fango: Deshidratación en centrifugadora

Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-10

Cuenca del Henares
Estaciones Depuradoras (construidas).

Estación Cuenca del Henares	Fecha entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Procesos
ALCALÁ ESTE	1987	150.000	Agua: Biológico de fangos activados convencional Fango: Digestión anaerobia + deshidratación en filtro banda
ALCALÁ OESTE	1989 (ampliación 2000)	374.090	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes Fango: Digestión anaerobia + deshidratación en centrifugadora
CAMARMA DE ESTERUELAS	1994	1.660	Biodiscos

Fuente: Canal de Isabel II

Estación Cuenca del Manzanares	Fecha entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Procesos
HOYO DE MANZANARES	1986	9.000	Agua: Aeración prolongada Fango: Deshidratación en áreas de secado
NAVARROSILLOS	1987	53.000	Agua: Físicoquímico con adición de reactivos + biológico de fangos activados convencional Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en filtro banda
SANTILLANA	1988	45.000	Agua: Físicoquímico con adición de reactivos + biológico de fangos activados convencional Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en filtro banda
LAS ROZAS	1992	3.720	Lecho de turba
LAS MATAS – LOS PEÑASCALES	1993	10.000	Agua: Biodiscos Fango: Digestión anaerobia + deshidratación en centrifugadora
LAS MATAS A-B	1997	850	Aeración prolongada
LA MINA	1997	2.200	Aeración prolongada
ACADEMIA DE INGENIEROS	1997	2.200	Aeración prolongada

Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-11

Cuenca del Manzanares
Estaciones Depuradoras
(construidas).

Estación Cuenca del Guadarrama	Fecha entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Procesos
EL ENDRINAL	1987	165.000	Agua: Físicoquímico con adición de reactivos + biológico de fangos activados convencional + filtración terciaria Fango: Digestión anaerobia + deshidratación en filtro banda
ARROYO DEL SOTO	1987 (ampliación 2000)	604.800	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes Fango: Digestión anaerobia + deshidratación en filtro banda
ARROYO EL PLANTÍO	1988 (ampliación 2000)	87.500	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en centrifugadora
BOADILLA	1988	10.000	Biodiscos
EL CHAPARRAL	1988	60.000	Agua: Físicoquímico con adición de reactivos + biológico de fangos activados convencional Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en filtro banda
NAVALCARNERO	1993	70.000	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes Fango: Deshidratación en centrifugadora

Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-12

Cuenca del Guadarrama
Estaciones Depuradoras
(construidas).

Tabla III-13

Cuenca del Aulencia
Estaciones Depuradoras
(construidas).

Estación Cuenca del Aulencia	Fecha entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Procesos
LOS ESCORIALES	1986 (ampliación 2000)	75.000	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en centrifugadora
EL PARAISO	1991	1.500	Aeración prolongada
VILLANUEVA DE LA CAÑADA	1992	40.000	Agua: Aeración prolongada Fango: Deshidratación en eras de secado
GUADARRAMA MEDIO	1993	70.000	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación Fango: Digestión anaerobia + deshidratación en centrifugadora + secado térmico
JARDINES FELIPE II	1998	400	Aeración prolongada
URBANIZACIÓN CANTO BLANCO	1998	425	Aeración prolongada
PINOSOL	2000	400	Aeración prolongada

Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-14

Cuenca del Alberche
Estaciones Depuradoras
(construidas).

Estación Cuenca del Alberche	Fecha entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Procesos
NAVAS DEL REY	Ant. 1986	5.000	Aeración prolongada
PICADAS	1987	20.000	Agua: Físicoquímico con adición de reactivos + biológico de fangos activados convencional Fango: Estabilización aerobia + deshidratación en filtro banda
ALDEA DEL FRESNO	1989	6.000	Agua: Aeración prolongada Fango: Deshidratación en filtro banda
PERALEJO	1998	425	Aeración prolongada

Fuente: Canal de Isabel II

Estación Cuenca del Cofio	Fecha entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Procesos
SANTA MARÍA DE LA ALAMEDA	1993	2.000	Biodiscos
LA ESTACIÓN	1993	2.000	Biodiscos
VALDEMAQUEDA	1993	4.000	Biodiscos
ROBLEDO	1993	20.000	Agua: Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación Fango: Deshidratación en centrifugadora
ROBLEDONDO	1993	500	Biodiscos

Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-15

Cuenca del Cofio
Estaciones Depuradoras
(construidas).

Estación Cuenca del Perales	Fecha entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Procesos
QUIJORNA	1991	3.720	Lecho de turba
VALDEMORILLO	1993	5.064	Agua: Aeración prolongada Fango: Deshidratación en eras de secado

Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-16

Cuenca del Perales
Estaciones Depuradoras
(construidas).

• Caudal de aguas residuales depurado en sistema P.I.A.M.	176,6 Hm ³ /año (Tratamiento secundario) 3,6 Hm ³ /año (Tratamiento parcial)			
• Calidad media del agua depurada:	DBO ₅	17 mg/l	SS	19 mg/l
• Rendimiento de depuración:	DBO ₅	95%	SS	94%
• Carga contaminante eliminada:	DBO ₅	54.858 t/año	SS	52.875 t/año
• Población equivalente depurada:	2.505.000 h.e.			
• Caudal de aguas residuales enviados al sistema P.S.I.M.	78,7 Hm ³ /año			

Fuente: Información técnica, 2000. Canal de Isabel II

Tabla III-17

Datos de explotación en
depuración año 1999.

• Caudal de aguas residuales depurado en sistema P.I.A.M.	185,9 hm ³ /año			
• Calidad media del agua depurada:	DBO ₅	15 mg/l	SS	19 mg/l
• Rendimiento de depuración:	DBO ₅	95%	SS	94%
• Carga contaminante eliminada:	DBO ₅	52.841 t/año	SS	52.689 t/año
• Población equivalente depurada:	2.597.000 h.e.			
• Caudal de aguas residuales enviados al sistema P.S.I.M.	71,4 hm ³ /año			

Fuente: Información técnica, 2001. Canal de Isabel II

Tabla III-18

Datos de explotación en
depuración año 2000.

4.1. PLANES Y PROGRAMAS DE ACTUACIÓN EN MATERIA DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE MADRID

PLAN DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE MADRID 1995-2005 (PSD)

La Directiva 91/271/CEE, de 21 de mayo, relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas, fija el año 2005 como horizonte temporal para que las aguas residuales de los Estados miembros tengan un tratamiento adecuado. Este Plan (aprobado por Acuerdo del Consejo de Gobierno de 5/4/95) da cumplimiento a la Resolución del Pleno de la Asamblea de Madrid de noviembre de 1994, en la que se “insta al Consejo de Gobierno a presentar un Plan Regional de Saneamiento y Depuración que permita alcanzar para el año 2005 los objetivos de la Directiva 91/271, garantizando de ese modo una adecuada calidad de los ríos y embalses de la Comunidad de Madrid y haciendo posible la reutilización del agua depurada”.

Alcanzar los objetivos marcados por la normativa comunitaria es el eje de la política en materia de saneamiento y depuración de la Comunidad de Madrid.

Esta norma europea fue transpuesta al ordenamiento interno español después de la aprobación del PSD con el Real Decreto Ley 11/1995, de 28 de diciembre, donde se establecen las Normas Aplicables al Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas, y con el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, que desarrolla el anterior. Posteriormente el Real Decreto 2126/1998, de 2 de octubre modifica el Real Decreto 509/1996, incorporando al ordenamiento interno la Directiva 98/15/CE, de 27 de febrero que a su vez modificaba la directiva 91/271/CEE.

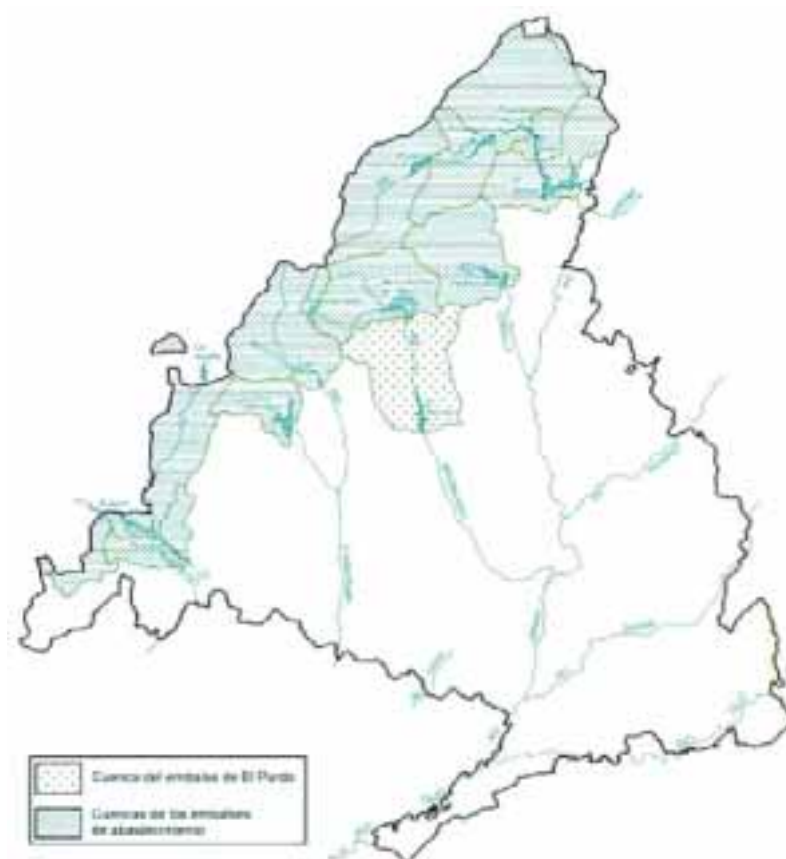
La estrategia de diseño y dimensionamiento de las actuaciones del PSD se basan en normas de emisión, según lo establecido en la Directiva 91/271/CEE. Ésta fija unos límites a los parámetros DBO₅, DQO, SS, N y P, que deben cumplir los efluentes de las depuradoras según el tipo de zona a la que viertan y según los plazos temporales para cumplir los objetivos marcados (Figura III-9 y Tablas III-19 a III-22, en la siguiente doble página).

El Plan de Saneamiento y Depuración comprende dos horizontes temporales de 6 años cada uno (sexenios): 1995-2000, de actuaciones más urgentes y 2000-2005, actuaciones a largo plazo sin detallar porque se considerarán las nuevas circunstancias.



Figura III-9

Zonas sensibles.



Refleja todas las actuaciones precisas para que los estándares normativos fijados por la Comunidad de Madrid se extiendan a todo su territorio.

Se revisará periódicamente (cada dos años) y cuando se apruebe el Plan Hidrológico del Tajo. El PSD se divide en cuatro programas, de los que se puede destacar su Programa I: Emisarios y depuradoras, y establece como objetivos que deben ser programados en los estrictos horizontes temporales marcados por la Directiva 91/271/CEE, los siguientes:

- Dotar de depuración convencional completa a municipios y aglomeraciones urbanas mayores de 15.000 h.e. para el año 2000.
- Dotar de depuración convencional o de bajo coste de explotación a municipios y aglomeraciones urbanas entre 2.000-15.000 h.e. para el 2005.
- Dotar de tratamientos blandos a gran parte de municipios y aglomeraciones urbanas menores de 2.000 h.e.
- Ampliar y/o mejorar procesos existentes para hacer frente al incremento de los caudales y cargas de entrada.
- Introducir tratamientos de reducción de nutrientes en las depuradoras cuyos efluentes afecten a embalses de abastecimiento, en los horizontes de 1998 para aglomeraciones mayores de 10.000 h.e. y 2005 para las mayores de 2.000 h.e.
- Completar y mejorar emisarios y otras conducciones hasta las plantas de tratamiento en los plazos correspondientes.

- Asegurar el tratamiento de determinado tipo de vertidos especiales.
- Asegurar la disposición final de los fangos procedentes de depuración.

Para conseguir los objetivos se prevé construir nuevas estaciones depuradoras, ampliar las existentes, dotar a las estaciones que lo requieran de tratamientos terciarios, construir emisarios de forma paralela y concordante con las actuaciones en estaciones depuradoras, y tratar los vertidos especiales (fangos de fosas sépticas y de limpiezas de alcantarillado).

También prevé que según el Programa 2, Saneamiento municipal, se dará cumplimiento suficiente a la Directiva 91/271/CEE, teniendo en cuenta la población equivalente servida en el momento de elaboración del Plan.

También se contempla un capítulo de Garantía de la calidad del servicio de depuración, que establece que los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas deben cumplir los niveles de exigencia de la Directiva 91/271/CEE y las recomendaciones del Plan Hidrológico del Tajo. Por todo ello se conduce a considerar las

Tabla III-19

Zonas	>150.000 h.e.	Entre 15.000 y 150.000 h.e.	Entre 10.000 y 15.000 h.e.	Entre 2000 y 10.000 h.e.	< 2000 h.e.
Zona sensible	Colector +riguroso ¹³ 1998	Colector +riguroso 1998	Colector +riguroso 1998	Colector Secundario ¹⁴ 2005	Colector Adecuado 2005
Zona normal	Colector Secundario 2000	Colector Secundario 2000	Colector Secundario 2005	Colector Secundario 2005	(Colector) Adecuado ¹⁵ 2005
Zona menos sensible	Colector Secundario 2000	Colector Secundario (o primario ¹⁶) 2000	Colector Secundario (o primario) 2005	Colector Adecuado 2005	(Colector) Adecuado 2005

Tabla III-20

Parámetros que debe cumplir el tratamiento secundario

Parámetros	Concentración (mg/l)	% de reducción
DBO ₅	25	70-90*
DQO	125	75
Sólidos en suspensión	35	90

* (40% en zonas de montaña)

¹³ Tratamiento más riguroso: tratamiento terciario completo u otros procedimientos que limiten el aporte de nutrientes a zonas propensas a eutrofización. Deberán cumplir los requisitos de la Tabla III-21.

¹⁴ Tratamiento secundario: el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso que incluya, por lo general, un tratamiento biológico con sedimentación secundaria, u otro proceso en el que ese respeten los requisitos de la Tabla III-20

La carga expresada en habitantes equivalentes h.e. (carga orgánica biodegradable con una DBO₅ de 60 gramos de oxígeno al día) se calculará a partir del máximo registrado de la carga semanal media que entre en la instalación durante el año, sin tener en cuenta lluvias intensas.

¹⁵ Tratamiento adecuado: tratamiento mediante cualquier proceso y/o sistema de eliminación en virtud del cual, después del vertido de dichas aguas, las aguas receptoras cumplan los objetivos de calidad y las disposiciones pertinentes.

¹⁶ Tratamiento primario: tratamiento mediante un proceso físico y/o químico que incluya sedimentación de sólidos en suspensión y otros procesos en los que se reduzca la DBO₅ por lo menos un 20% antes del vertido y el total de sólidos en suspensión en las aguas residuales de entrada se reduzcan al menos un 50%.

Parámetros	Concentración (mg/l de P)	% mínimo de reducción
Fósforo total	2 (de 10.000-100.000 h.e.) 1 (más de 100.000 h.e.)	80
Nitrógeno total	15 (de 10.000-100.000 h.e.) 10 (más de 100.000 h.e.)	70-80

Tabla III-21

Parámetros a cumplir en zonas sensibles¹⁷

Zona Sensible	Términos municipales afectados*
Embalse de Pinilla	Rascafría, Alameda del Valle, Pinilla del Valle y Lozoya
Embalse de Riosequillo	Canencia, Garganta de los Montes y Gargantilla de Lozoya
Embalse de Puentes Viejas	Villavieja del Lozoya, Braojos, Gascones, La Serna del Monte y Buitrago de Lozoya
Embalse de El Villar	—
Embalse de El Atazar	—
Embalse de Miraflores	—
Embalse de El Vellón o Pedrezuela	Bustarviejo y Valdemanco Miraflores de la Sierra Guadalix de la Sierra
Embalse de Manzanares el Real o Santillana	Becerril de la Sierra, El Boalo, Manzanares el Real, Soto del Real
Embalse de Navacerrada	—
Embalse de Navalmedio	—
Embalse de La Jarosa	—
Embalse de Valmayor	Collado Villalba, Collado Mediano, Alpedrete, Moralarzal y Navacerrada San Lorenzo de El Escorial y El Escorial Cercedilla, Los Molinos y Guadarrama
Embalse de San Juan	San Martín de Valdeiglesias y Pelayos de la Presa Robledo de Chavela
Embalse de Picadas	—
Embalse de El Pardo	— Colmenar Viejo

Tabla III-22

Zonas sensibles de la Cuenca Hidrográfica del Tajo

* Se incluyen los núcleos de población que cuentan con más de 10.000 habitantes equivalentes.
Fuente: Consejería de Medio Ambiente

¹⁷ Las "zonas sensibles" de cuencas intracomunitarias, como la del Tajo, fueron declaradas mediante Resolución de la Secretaría de Estado de Aguas y Costas del Ministerio de Medio Ambiente de fecha 25/5/98. Incluyen las cuencas de embalses de abastecimiento.



Las cuencas vertientes a embalses de abastecimiento corresponden a "zonas sensibles".
En la foto embalse de Puentes Viejas.

condiciones puntas o extremas de operación, asegurando el mantenimiento de calidad del servicio contra fallos e imprevistos. Para ello hay que:

- Asegurar el suministro energético mediante la duplicación de líneas eléctricas de alimentación a instalaciones.
- Prevenir la contaminación de cauces por desbordamiento de sistemas colectores unitarios por aguas de tormentas, que podrían solucionarse: construyendo aliviaderos, instalando equipos de desbaste en el vertido de aliviaderos; construyendo balsas de tormentas para regular la incorporación de caudales excepcionales a los tratamientos primarios de las depuradoras; interconectar depuradoras más relevantes y establecer reservas de capacidad de tratamiento en previsión de fallos o incidencias, mediante mallado de los sistemas principales de modo que

cada área disponga de una EDAR de cola, con capacidad para depurar el conjunto en caso de eventual avería.

Por último, mencionar que el PSD 1995-2005 prevé financiarse del Ministerio de Medio Ambiente (a través de Presupuestos Generales del Estado y Fondos de Cohesión), de la Consejería de Medio Ambiente (financia las obras de nuevas EDARs y las ampliaciones necesarias, las instalaciones de reducción de nutrientes de zonas sensibles y los emisarios), el Canal de Isabel II (las actuaciones especiales en materia de depuración, como la garantía de la calidad del servicio de depuración, el tratamiento de vertidos especiales, la disposición de fangos de depuración, entre otras) otros agentes inversores públicos y privados (para ampliaciones de EDARs en los nuevos desarrollos urbanísticos, reutilización de aguas y fangos) y Ayuntamientos.

OBJETIVOS Y CRITERIOS EN MATERIA DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEL PLAN HIDROLÓGICO DEL TAJO

Entre las disposiciones del Plan Hidrológico del Tajo que afectan a la planificación de infraestructuras de la Comunidad de Madrid, se puede destacar lo siguiente (se han excluido las que aparecen en el PSD):

Objetivos de saneamiento y depuración

- Conseguir los objetivos de calidad para ríos, acuíferos y masas de agua libre que se definen en el apartado de Calidad del agua.
- Cumplir los rendimientos y fechas de la Directiva 91/271/CEE.
- Promover los mecanismos necesarios para cumplir las normas a las que están sujetas los vertidos.
- Repartir de forma equitativa las cargas económicas entre todos los agentes implicados.
- Coadyuvar a cumplir convenios de colaboración entre Comunidades Autónomas y Ministerio de Medio Ambiente para las actuaciones del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales.

Criterios de Saneamiento

- Las nuevas urbanizaciones, contarán preferentemente con redes separativas.
- El alcantarillado para pluviales de redes separativas y unitarias tendrá capacidad para evacuar el máximo aguacero de frecuencia quinquenal y duración igual al tiempo de concentración asociado a la red.
- Todos los aliviaderos de crecida, limitarán la salida de sólidos.
- Al fin del primer horizonte, se revisarán los objetivos de calidad, y se evaluará la necesidad de poner dispositivos para evitar salida de grasas o aceites en los aliviaderos.

Criterios de Depuración

- Las EDAR (en dimensión y fases) se diseñarán con las características de caudal y carga del influente y con dimensión temporal de 25 años mínimo. En cualquier caso, su capacidad de tratamiento será superior, como mínimo, a la carga estimada o medida del influente correspondiente al valor medio diario de la semana de máxima carga del año, sin tener en cuenta tormentas. El sistema de decantación tratará, al menos, el triple del caudal medio diario en tiempo seco.
- Los vertidos a embalses, cauces o canales, contarán, al menos con un pretratamiento (desbaste, desarenado, desengrasado), con rendimientos superiores al 90%, completado cuando sea posible con tratamiento superior (filtro verde o biológico). Se exceptúan de ello los retornos de refrigeración (a los que se limita la temperatura); y el saneamiento unitario, para los que se permite vertidos diluidos en proporción 1:5 sobre el caudal punta en tiempo seco, de forma provisional y con la correspondiente autorización.
- Los vertidos de industrias (asimilables a urbanos) con carga superior a 4.000 h.e. contarán con un tratamiento secundario durante el primer horizonte del Plan, en las mismas condiciones que los vertidos que entren a colectores.
- Los vertidos con carga superior a 30.000 h.e. contarán en el segundo horizonte del Plan con eliminación de nutrientes con rendimientos superiores a 75% de N y 80% de P.

4.2. ACTUACIONES MÁS DESTACADAS EN EL PERIODO 1999-2000

En el periodo 1999-2000, la red de infraestructuras de aguas residuales y depuración se vio incrementada por la entrada en servicio de la EDAR de Villaconejos con

una capacidad de diseño de 4.340 habitantes equivalentes y por la prolongación e implantación de nuevos tramos de colectores entre los que destacan los relativos a los ejes de El Culebro, Pantueña y desde El Álamo a la EDAR de Navalcarnero.

En estos años se ha dedicado un esfuerzo importante para dar cumplimiento a los objetivos del Plan de Saneamiento y Depuración de la Comunidad de Madrid, 1999-2005 (PSD), en lo relativo a la ampliación de las EDAR existentes para hacer frente al continuo incremento de cargas contaminantes que reciben.

Entre dicha ampliaciones se encuentran las contempladas en la Tabla III-23.

CUMPLIMIENTO DE LA DIRECTIVA

91/271/CEE:

En el periodo 1999-2000 han continuado las inversiones en estudios, proyectos y actuaciones que permitieran dar cumplimiento a los objetivos que plan-

tea la Directiva 91/271/CEE para el tratamiento de aguas residuales urbanas.

La situación alcanzada en estos años se describe por actuaciones y cuencas:

- Para la cuenca del Guatén se ha avanzado en varias actuaciones: se ha redactado el proyecto para la depuración conjunta del Guatén; el proyecto de Emisario y EDAR de Torrejón de Velasco está en fase de redacción. Los colectores de Cubas-Casarrubuelos y Griñón-Torrejón de la Calzada-Torrejón de Velasco están ya ejecutados.
- En relación con la cuenca del Guadarrama, en el periodo 1999-2000 las obras en ejecución son las correspondientes a las EDAR detalladas en la Tabla III-24.
- La situación de las actuaciones previstas en la cuenca del Jarama es la siguiente: en relación a la EDAR de Arroyo Quiñones se encuentran redactados el proyecto de emisario y el de la interconexión necesaria

Tabla III-23
Estaciones depuradoras
ampliadas según las
directrices del PSD.

Denominación	Capacidad a la entrada en servicio	Capacidad actual
	Población equivalente	
Arroyo del Soto	300.000	604.800
Aranjuez*	60.000	157.500
El Plantío*	40.000	60.000
Alcalá-Oeste*	190.000	374.090
Casaquemada	213.000	505.750
Navalcarnero	70.000	104.000
Algete*	2.100	43.750
Soto Gutiérrez	50.000	119.170

* En ejecución en el periodo 1999-2000
Fuente: Canal de Isabel II

Tabla III-24
EDAR de la Cuenca del
Guadarrama realizadas
en 1999-2000.

Denominación	Población de diseño (h-e)
Torrelodones-Galapagar	87.500
Villaviciosa de Odón	120.000
Boadilla II	112.050

desde esa depuradora a la del Arroyo de la Vega. Se encuentra en redacción el proyecto de la EDAR de Torrejón de Ardoz, una vez fijada su ubicación.

- Las actuaciones en el eje Sistema del Arroyo Culebro en la Cuenca del Manzanares, se encuentran en ejecución las correspondientes a la cuenca media y en proyecto las de la cuenca baja. Estas

actuaciones responden al acuerdo compartido por el Ministerio de Medio Ambiente y la Comunidad de Madrid.

En cuanto a la carga contaminante afectada por la aplicación de la Directiva 91/271/CEE, del total (11.158.591 h.e.), 10.516.330 h.e. disponen de un tratamiento conforme con ésta (Tablas III-25 y III-26).

Aglomeración	Carga total	Tipo de tratamiento	Diagnóstico E.D.A.R.
Madrid (sur)	2.867.109	Secundario	Conforme
Madrid III (Butarque)	1.512.000	Secundario	Conforme
Madrid II (La China)	1.455.803	Secundario	Conforme
Madrid IV (Viveros)	696.041	Secundario	Conforme
Alcobendas	523.515	Secundario	Conforme
Madrid V (Rejas)	485.728	Secundario	Conforme
Móstoles	425.000	Secundario	Conforme
San Fernando de Henares	403.265	Secundario	Conforme
Alcalá de Henares II (oeste)	370.230	Secundario	Conforme
Alcalá de Henares I (este)	170.368	Secundario	Conforme
Navarrosillos	151.996	Más riguroso	Conforme
Velilla de San Antonio	163.378	Secundario	Conforme
Arganda	126.875	Secundario	Conforme
Aranjuez	115.370	Secundario	Conforme
Collado Villalba	112.371	Más riguroso	Conforme
Ciempozuelos	112.235	Secundario	Conforme
Tres Cantos	107.243	Secundario	Conforme
Manzanares el Real	108.988	Más riguroso	Conforme
Rivas-Vaciamadrid (sur oriental)	102.953	Secundario	Conforme
Fuente el Saz del Jarama	100.084	Más riguroso	Conforme
Majadahonda I	85.562	Secundario	Conforme
Madrid VI (Valdebebas)	83.666	Secundario	Conforme
Guadarrama	74.663	Más riguroso	Conforme
Navalcarnero	71.561	Más riguroso	Conforme

Tabla III-25

Estado de depuración de las aglomeraciones más importantes periodo 1999-2000.

Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental

Aglomeración	Carga total	Tipo de tratamiento	Diagnóstico E.D.A.R.
El Escorial	57.211	Más riguroso	Conforme
San Martín de Valdeiglesias	57.155	Más riguroso	Conforme
Galapagar	37.983	Sin EDAR	No conforme
Garganta de Los Montes	36.838	Más riguroso	Conforme
Villaviciosa de Odón	30.978	Sin EDAR	No conforme
San Agustín de Guadalix	30.736	Secundario	Conforme
Algete	25.440	Secundario	Conforme
Miraflores de la Sierra	18.831	Más riguroso	Conforme
Guadamonte	17.906	Más riguroso	Conforme
Urbanizaciones Noroeste (Boadilla del Monte)	17.643	Sin EDAR	No conforme
Pinilla del Valle	17.619	Más riguroso	Conforme
Torrejón de Velasco	15.994	Sin EDAR	No conforme
Las Matas	15.628	Secundario	Conforme

Tabla III-26

Estado de depuración de las aglomeraciones más importantes periodo 1999-2000.

Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental

Tabla III-27

Tipo de Zona	Carga total (h.e.)	Carga conforme		Carga no conforme		Carga en construcción	
		(h.e.)	%	(h.e.)	%	(h.e.)	%
Normal	10.475.147	9.943.770	95	460.377	4	71.000	1
Sensible	683.444	572.560	83	110.884	17	0	0
Menos Sensible	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	11.158.591	10.516.33094	94	571.261	5	71.000	1

Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental

En el periodo 1999-2000 el estado de depuración según la Directiva 91/27/CEE en los distintos tipos de zonas (Tabla III-27).

En dicho periodo las actuaciones más importantes para lograr el cumplimiento de la Directiva 271/91/CEE al año 2005 son las correspondientes a la construcción de dos estaciones depuradoras de aguas residuales con tratamiento secundario en Getafe (EDAR Getafe-Culebro) y Fuenlabrada (EDAR Fuenlabrada-Culebro) y al Plan Director de Saneamiento y Depuración del 100x100 de los Municipios de la Comunidad de Madrid, junto con las Actuaciones Complementarias. Este Plan Director recoge obras previstas en los programas de inversiones en materia de saneamiento y depuración aún pendientes, cerrando así los dos horizontes previstos: años 2000 y 2005.

Las EDAR del sistema del arroyo del Culebro tratarán las aguas residuales de las conurbaciones de las cuencas de los arroyos Butarque y Culebro, que en la actualidad son conducidas a las depuradoras de Madrid, contribuyendo de forma importante a la saturación y desbordamiento de la capacidad de las instalaciones.

Estas obras, junto con la construcción de un tratamiento secundario nuevo en la subcuenca Sur del municipio de Madrid (ERAR La Gavia), que complementará a la ERAR Sur, van a ser financiadas por el Ministerio de Medio Ambiente.

Otras actuaciones importantes son las correspondientes a la construcción de tratamientos secundarios en San Sebastián de los Reyes (EDAR Arroyo Quiñón), Torrejón de Ardoz, Majadahonda, Boadilla, Torrelodones-Galapagar, Pozuelo-Húmera y Villaviciosa de Odón; y a la depuradora conjunta del arroyo Guatén, que servirá a cinco municipios: Griñón, Cubas, Casarrubuelos, Torrejón de la Calzada y Torrejón de Velasco.

De forma paralela y concordante con las actuaciones en EDAR, está programado un entramado de nuevos emisarios y colectores interceptores de transporte de las aguas a tratar hasta las instalaciones correspondientes. Destacan por su mayor dimensión la remodelación y extensión de conducciones en el sistema del arroyo Culebro y en el sistema PSIM.

Por otra parte, es muy importante comentar la circunstancia de que cuatro de las nuevas depuradoras que se van a construir van a estar ubicadas y van a tratar a núcleos que actualmente están conectados a depuradoras ya existentes.

El Plan 100x100, que principalmente beneficia a municipios de pequeña población, se desarrollará a partir del año 2001, concluyéndose en el 2003. Una vez terminado significará un adelanto de 5 años respecto a los plazos de cumplimiento exigidos por la Directiva 271/91/CEE.

GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LA DIRECTIVA 91/271/CEE EN ZONAS SENSIBLES

Las actuaciones en zonas sensibles que conllevan tratamientos complementarios de reducción de nutrientes han incorporado en el año 2000 un tratamiento biológico de reducción de nutrientes en la EDAR de los Escoriales.

Por otra parte, dentro del PSD y como ya se ha indicado, se configura el Plan Director de Saneamiento y Depuración del 100x100 de los municipios de la Comunidad de Madrid que integra actuaciones complementarias del PSD (junio 2000), entre ellas se contempla:

- Eliminación de nutrientes y ampliación de la EDAR de Manzanares el Real.
- Eliminación de nutrientes y ampliación de Picadas.
- EDAR de Pinilla: actuación sobre los emisarios y 3 nuevas EDAR en la cabecera del río Lozoya.

CUESTIONES DERIVADAS DE LA REVISIÓN DEL PSD DE LA COMUNIDAD DE MADRID QUE SE CONSIDERAN MÁS RELEVANTES

Con el trabajo llevado a cabo en la revisión y actualización del PSD de la Comunidad de Madrid se han conseguido dos objetivos básicos para el diagnóstico de la situación ambiental derivada de las aguas residuales: el estado de la calidad del agua de la red fluvial de la Comunidad de Madrid y el panorama general alcanzado con la ejecución de diferentes actuaciones al año 2000 y, por tanto, las desviaciones que puedan haberse producido respecto a la planificación inicial.

Como consecuencia de las conclusiones de los dos objetivos anteriores se ha reelaborado y pormeno-

rizado por cuencas todas las actuaciones necesarias, para la realización del Plan Director de Saneamiento y Depuración del 100% de los municipios de la Comunidad de Madrid y otras actuaciones denominadas complementarias. El conjunto de todas las actuaciones propuestas requiere aún un fuerte volumen de inversión a realizar en un corto espacio de tiempo a pesar de que se ha incrementado, a nivel general, la carga contaminante depurada y los rendimientos de depuración.

Al margen de las actuaciones previstas en relación con las infraestructuras básicas de saneamiento y depuración la revisión del PSD ha permitido proponer unas pautas que orienten hacia el mejor cumplimiento de los objetivos del Plan.

Entre dichas pautas se encuentra la necesidad de ahondar, principalmente mediante estudios concretos y/o desarrollo de instrucciones y normas técnicas, en algunas cuestiones y conceptos, entre los que merece la pena destacar:

- La reutilización de las aguas teniendo en cuenta lo previsto en el Plan Hidrológico del Tajo, el régimen de caudales medioambientales, las prácticas y demandas de uso, los riesgos por origen así como su ámbito concesional y jurídico.
- Tratamiento, aplicación, gestión y usos de los residuos procedentes del tratamiento de aguas.
- Tratamiento, recogida de pluviales y equipamientos de las infraestructuras asociadas a la red de saneamiento.
- Seguimiento de la incidencia, sobre la demanda ambiental de la red fluvial y las aguas subterráneas de la Comunidad de Madrid, de la entrada en servicio de las diferentes infraestructuras.
- Diagnóstico y valoración de la contaminación difusa.
- Control de los vertidos líquidos industriales a la red integral de saneamiento y registro de efluentes.

- Implantación de un sistema de control y seguimiento mediante un modelo de calidad para las aguas.

Por último se han seleccionado y definido los indicadores ambientales que, mediante el seguimiento de sus variaciones, sirvan para establecer un sistema sencillo y eficaz que facilite la toma de decisiones y contribuya a la mejora de las condiciones del medio ambiente. Estos indicadores directamente relacionados con las consecuencias de la ejecución y funcionamiento de las actuaciones del PSD están englobados en cuatro grandes grupos principales: biodiversidad, medio socioeconómico, agua y suelo.

5. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua es un factor de gran trascendencia ya que puede decidir si es apta o no para cierto uso o si el tratamiento correctivo necesario va a ser económicamente viable. La calidad del agua natural depende de varios factores, fundamentalmente de la litología que atraviesa (superficial o subterránea), a los que hay que añadir sustancias de desecho procedentes de las distintas actividades humanas con las que se va contaminando.

El agua pura no existe en la naturaleza, al ser el disolvente universal y más abundante, es capaz de incorporar gran cantidad de sustancias con las que entra en contacto. La calidad de un agua viene definida por su composición. El conocimiento de los efectos que puede causar cada uno de los elementos que contiene o el conjunto de todos ellos, permite establecer las posibilidades de su utilización, clasificando así, de acuerdo con límites estudiados, su destino

para bebida, usos agrícolas, industriales, etc. Se están planteando nuevos campos de aplicación, como utilizar para aplicaciones domésticas, aguas salobres no potables y la reutilización.

Conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas, impedir la acumulación de compuestos tóxicos o peligrosos en el subsuelo capaces de contaminar las aguas subterráneas y evitar cualquier otra acumulación que pueda ser causa de su degradación son, entre otros, los objetivos marcados por la Ley de Aguas con respecto a la protección del recurso.

El Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo, entiende por calidad del agua, la concentración de los componentes potencialmente contaminantes. Desde el punto de vista de policía, la calidad del agua queda definida por las mediciones analíticas sobre muestras tomadas en el curso del agua o acuífero en sus condiciones naturales (estas condiciones varían a lo largo del año, e incluso al considerar periodos plurianuales, ya que las aportaciones se reparten de forma irregular en el tiempo y el espacio).

La calidad del agua se establece según el uso al que se destine, así las aguas destinadas al abastecimiento de la población deben cumplir las exigencias de calidad del Real Decreto 1138/1990, de 22 de julio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento control de calidad de aguas potables de consumo público. Para ello, la calidad de las aguas en la captación debe cumplir los límites del anexo I del Real Decreto 927/1988, que aprueba el Reglamento de la Administración Pública y la Planificación Hidrológica, sobre características básicas de calidad de corrientes de agua superficial destinadas a producción de agua potable. (A1, A2 y A3)¹⁷.

¹⁷Calidad de tramos de ríos con relación al tratamiento de potabilización que requieren:

A1: Tratamiento físico simple y desinfección

A2: Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección

A3: Tratamiento físico y químico intensivo, afino y desinfección

Las aguas destinadas a uso industrial deben cumplir las mismas normas si el suministro es conjunto, si no lo fuera y existiera contacto humano en el circuito, las características bacteriológicas se adaptarán a lo establecido para aguas de baño o para abastecimiento.

Para el uso de baño, y para la vida piscícola se deben cumplir los parámetros que se establecen en los anexos I y II del Real Decreto 927/1988, antes mencionado.

Teniendo esto en cuenta, el Plan Hidrológico establece unos objetivos de calidad para las **aguas superficiales**, que deberán alcanzarse en el 2º cuatrienio de su entrada en vigor y para cauces con caudales circulantes superiores a 100 l/s. Dichos objetivos de calidad se definen por usos a los que se destina el agua del cauce principal (abastecimiento, peces y baño) o por las concentraciones máximas en el medio receptor de algunos parámetros (DBO₅, sólidos en suspensión, amonio y fósforo total) (ver Tabla III-29). El Plan prevé realizar estudios que permitan precisar el objetivo de calidad hasta el nivel de cada cauce principal representativo de cada una de estas áreas hidrográficas.

Por su parte, la Consejería de Medio Ambiente, con motivo de la revisión de actuaciones del Plan de Saneamiento y Depuración, realizadas en el período 1999-2000, llevó a cabo un diagnóstico de la calidad de las aguas de los ríos de la Comunidad, en función de los usos posibles del agua. La toma de muestras se realizó con una periodicidad, al menos, mensual en todos los puntos elegidos y durante nueve meses.

El Plan Hidrológico del Tajo (PHT) divide la Comunidad de Madrid en 19 zonas en relación con los objetivos de calidad de las aguas superficiales. En cada zona se han analizado diferentes parámetros



según los requerimientos de la Planificación Hidrológica. La analítica común realizada en todas las zonas es la contemplada en la Tabla III-28 en la siguiente página.

Se realizaron aforos en todos los puntos, utilizando diferentes técnicas (molinete, micromolinete, torpedo, velocidad superficial, etc.), de acuerdo a la particularidad de cada punto.

Los resultados y el diagnóstico de la campaña se encuentra en el trabajo de "Actualización y

Limitar el aporte de nutrientes en embalses, zonas húmedas y cursos de agua superficial son objetivos prioritarios en el Plan Hidrológico del Tajo.

Tabla III-28

IN SITU	EN LABORATORIO	En las zonas 1, 2, 3, 5, 7, 11, 12, 15, 16, 17 y 18, se añadió la siguiente analítica:
Temperatura del agua Temperatura ambiente pH Turbidez Conductividad Oxígeno disuelto	Sólidos en suspensión Demanda bioquímica de oxígeno Demanda química de oxígeno Amonio Nitratos	Nitritos Nitrógeno Kjeldhal Coliformes totales Detergentes Fósforo total (ortofosfatos) Fosfatos

Revisión del Plan de Saneamiento y Depuración de aguas residuales de la Comunidad de Madrid (1995-2005)". Consejería de Medio Ambiente.

Por otra parte, entre los tramos de ríos ciprinícolas con especial interés por la fauna piscícola que albergan y que han sido declarados como tales a la Unión Europea, se ha incluido un tramo de 10 km en el río Lozoya que va desde el puente de la carretera de Miraflores a Rascafría hasta la presa de Pinilla.

En cuanto a protección, conservación y, en su caso, recuperación de las funciones de la red fluvial (hidráulica, biofísica, socioeconómica y paisajística), el Plan Hidrológico prevé la realización de estudios y actuaciones sobre los tramos que han sido seleccionados por presentar un mayor riesgo medio de ocurrencia de inundaciones o por presentar una presión antrópica elevada. En la Comunidad de Madrid se incluyen los relacionados en la Tabla III-30.

Tabla III-29
Objetivos de Calidad fijados para los cauces de la Comunidad de Madrid
S: Salmonícolas y
C: Ciprinícolas
B: Aptas para el baño

CAUCE PRINCIPAL	ÁREA	OBJETIVOS DE CALIDAD						
		POR USOS			CONCENTRACIONES			
		Abastecimiento	Peces	Baño	DBO ₅	S.S.	NH ₄	Pt
Tajo	Aguas arriba de Aranjuez	A ₂	S	B				
Manzanares	Hasta el embalse de Santillana	A ₂	C	B				
	Hasta Madrid capital Hasta su desembocadura en el Jarama	- -	- -	- -	10 15	25 25	10 15	8 3
Henares	Tramo en la Comunidad de Madrid	-	-	-	25	25	5	1
Tajuña	Hasta Perales de Tajuña	A ₃	C					
	Hasta su desembocadura en el Jarama	A ₃	-	-				
Jarama	Hasta confluencia con Lozoya	A ₂	S	B				
	Hasta su confluencia con el Guadalix	A ₂	C	B				
	Hasta el Arroyo de la Vega	A ₂	-	B				
	Resto de la Comunidad de Madrid	-	-	-	15	25	10	3
Guadarrama	Entre la cabecera y la EDAR el Chaparral	A ₃	C	-				
Alberche	Tramo en la Comunidad de Madrid	A ₂	C	B				

Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental

RÍO	TRAMO	LONGITUD (km)
Primera Prioridad		
Henares	Desde Humanes (en Guadalajara) hasta su desembocadura en el Jarama (todo el tramo a su paso por la Comunidad de Madrid)	82
Guadarrama	Desde Los Molinos hasta su desembocadura en el Tajo	100
Jarama	Desde la confluencia con el río Henares hasta su desembocadura	60
Arroyo de la Vega	Desde Alcobendas hasta su desembocadura en el Jarama	12
Culebro	Desde Las Arenas de Pinto hasta su desembocadura en el Manzanares	12
Manzanares	Entre la presa de El Pardo y el puente de los Franceses, y desde el nudo Sur hasta su desembocadura en el Jarama	25
Tajo	Entre el embalse de Bolarque y Talavera de la Reina (por tanto está incluido todo el tramo que pasa por la Comunidad de Madrid)	250
Alberche	Desde el embalse de Picadas hasta su desembocadura	60
Tajuña	Desde Ambite hasta su desembocadura en el Jarama	50
Segunda Prioridad		
Jarama	Desde su confluencia con el Lozoya hasta el cruce con la carretera de Algete	35
Alberche	Desde su nacimiento hasta el embalse de Picadas	93
Además todos los tramos de río inmediatamente aguas debajo de embalses cuyo uso principal no sea el abastecimiento.		

Fuente: Plan Hidrológico del Tajo

Tabla III-30

Tramos de la Red Fluvial de la Comunidad de Madrid objeto de estudio en el Plan Hidrológico del Tajo

En cuanto a objetivos de calidad de las **aguas subterráneas** se establece como objetivo básico mantener la calidad actual de las aguas en las unidades hidrogeológicas, si bien indica la necesidad de analizar de manera más pormenorizada las distintas unidades y fijar condiciones mínimas de referencia.

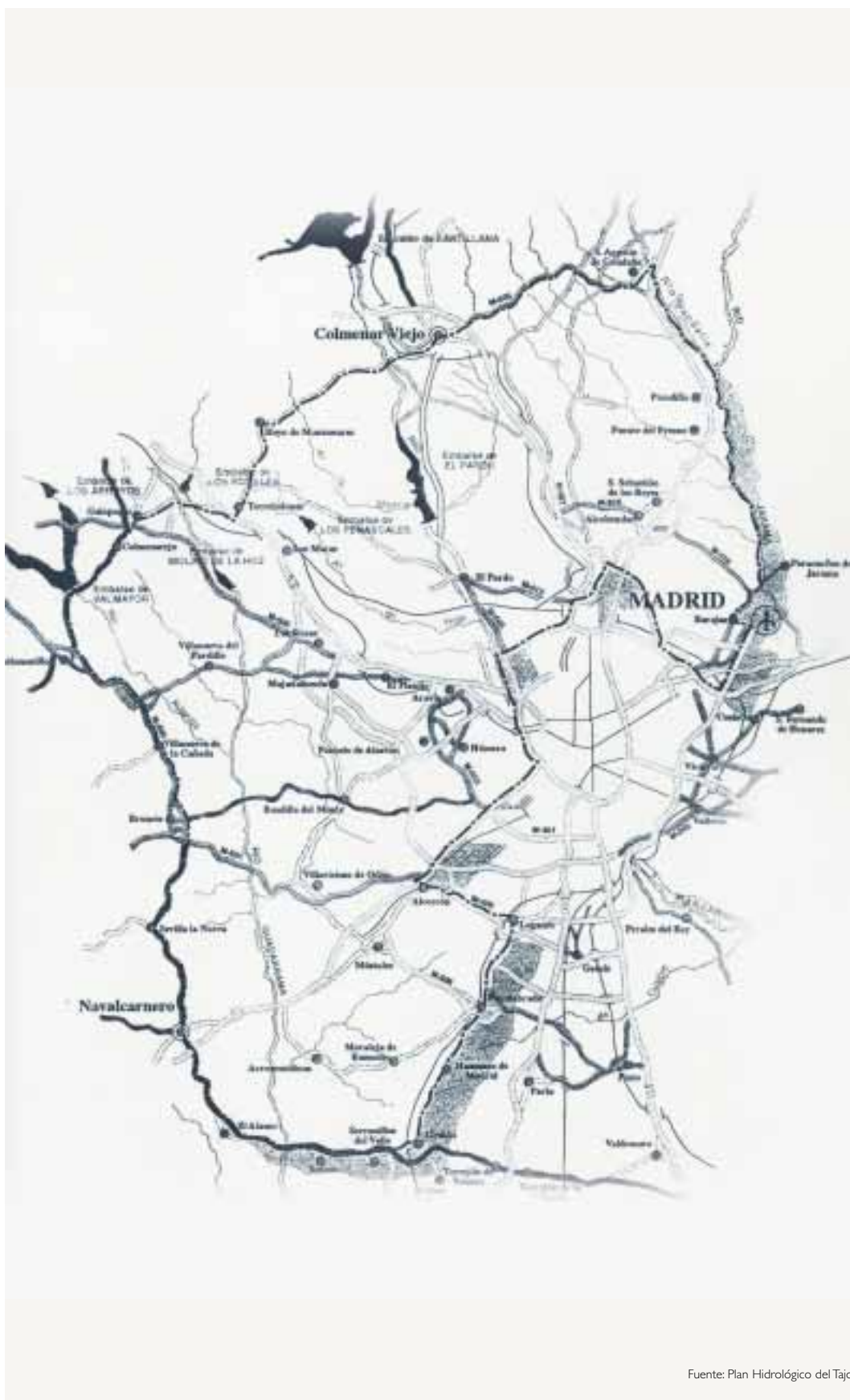
Con el objeto de la protección de acuíferos en el Plan Hidrológico del Tajo se definió un perímetro de protección, según lo establecido en la normativa de Aguas, en la Subunidad Hidrogeológica 05-1 (Madrid), por la presión que existe sobre los recursos subterráneos, y en la que establecen limitaciones y condiciones especiales (Figura III-10, siguiente página). Entre otras condiciones destaca la reserva para usos

urbanos de estos recursos, establece la necesidad de actualizar el inventario de captaciones existentes, así como la obtención de datos que permitan una mayor estimación del grado de explotación del acuífero y su recarga. También se contempla la posible incorporación de determinados sondeos a una red específica de control del acuífero (que deberán disponer de instalaciones de medida de volumen y nivel piezométrico que indiquen el volumen anual extraído y el nivel piezométrico existente al final de cada año hidrológico).

Para una mejor conservación del acuífero y protección de los sistemas generales, se imponen unas limitaciones en las concesiones, como son las de no

Figura III-10

Perímetro de protección
del acuífero terciario
detrítico.



Fuente: Plan Hidrológico del Tago

superar los 200 m de profundidad, no instalar equipos de bombeo con potencia superior a 15 CV, cementar los 20 primeros metros de sondeo y situar a más de 1.000 metros una nueva perforación de otras existentes.

El Plan Hidrológico del Tajo establece que dentro del primer horizonte se realizarán estudios técnicos que permitan la definición de perímetros de protección de captaciones de agua para abastecimiento urbano para las poblaciones de más de 15.000 habitantes, entre las que figuran los pozos del Canal de Isabel II y de Parla. Y que dentro del 2º horizonte del Plan, se realizarán estudios para las poblaciones de más de 2.000 habitantes, entre las que se encuentran Algete, Meco, El Álamo, Humanes de Madrid, Navalcarnero, Villa del Prado, Villanueva de la Cañada, Villanueva del Pardillo, Villaviciosa de Odón, Morata de Tajuña, Orusco y Villarejo de Salvanes.

En las nuevas captaciones se propondrán perímetros de protección, incluyendo, además de la limitación territorial georreferenciada, una zonifica-

ción respecto a las limitaciones de usos de suelo, creciente al aproximarse a la captación.

Para definir los objetivos de calidad para las **masas de agua libre o embalses** se tiene en cuenta lo detallado en la Tabla III-31. Las actuaciones propuestas por el PHT sobre la protección de la calidad en embalses son:

- Reconocimiento general, diagnóstico y valoración de los procesos de eutrofización.
- Inventario de focos de contaminación y análisis de su incidencia en el grado de eutrofización.
- Plan de actuaciones para el control de la aportación de nutrientes.
- Otras causas que puedan incidir en la calidad del agua.

Los embalses que afectan a la Comunidad de Madrid están incluidos en este programa y se prevé abordar en dos fases, según la tabla III-32.

CATEGORÍA TRÓFICA	PT (mg/m ³)	Cl a Media (mg/m ³)	Cl a Máxima (mg/m ³)	Traspirencia Media (metros)	Traspirencia Mínima (metros)
Ultra Oligotrófico	<4	<1	<2,5	>12	>6
Oligotrófico	<10	<2,5	<8	>6	>3
Mesotrófico	10-35	2,5-8	8-25	6-3	3-1,5
Eutrófico	35-100	8-25	25-75	3-1,5	1,5-0,7
Hipereutrófico	>100	>25	>75	<1,5	<0,7

Tabla III-31

Objetivos de calidad para las masas de agua libre o embalses.

Pt: media anual de la concentración de fósforo total

Cl a Media: concentración media anual de clorofila en superficie

Cl a Máxima: concentración máxima anual de clorofila en superficie

Traspirencia media y mínima: traspirencia media y mínima anual, respectivamente, medida con el disco de Secchi, descontando el efecto turbidez por sólidos inertes.

Mientras se definen objetivos específicos para zonas húmedas y embalses, se deben tener en cuenta las normas cautelares siguientes:

- Queda limitado el aporte de nutrientes a todos los embalses de abastecimiento y zonas húmedas.
- Los vertidos de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas que se hagan a cuencas con abastecimiento deben recibir el tratamiento adecuado que se establece para zonas sensibles (Real Decreto-Ley 11/1995), recomendando, al menos, filtros verdes como tratamiento final si se trata de pequeñas aglomeraciones.
- No obstante, las autorizaciones de vertidos podrán imponer requisitos más rigurosos cuando sea necesario, para garantizar que las aguas receptoras cumplan con los objetivos de calidad fijados para ellas en la normativa vigente. Al mismo tiempo se podrá eximir a instalaciones individuales (en la correspondiente autorización), de cumplir las normas de calidad establecidas para zonas sensibles, si se puede demostrar que el porcentaje mínimo de reducción de la carga referido a todas las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas de dicha zona, alcanza al menos el 75% del total del fósforo y al menos el 75% del total del nitrógeno.
- Para los embalses donde se permita el uso recreativo con contacto humano, fundamentalmente baño, se exigirán las condiciones e calidad fijadas en la normativa anteriormente mencionada.

- Para usos recreativos sin contacto humano (navegación deportiva, pesca y excursionismo), las normas serán las mismas que el apartado anterior:

5.1. REDES DE CONTROL DE CALIDAD

AGUAS SUPERFICIALES

En una situación como la de Madrid, en la que una parte importante de los caudales que circulan por sus ríos, fundamentalmente en los tramos medios y bajos, puede proceder de instalaciones de tratamiento de aguas residuales, la existencia de una red de control de la calidad de las aguas es necesaria para conocer en todo momento sus condiciones, así como la detección de cualquier tipo de anomalía que se produzca en el sistema de vertidos.

Los datos obtenidos en estas redes son la base de partida para el control de calidad de aguas superficiales, según lo establecido en el Plan Hidrológico del Tajo.

La red operativa en el periodo 1999-2000 de control de calidad por parte de la Comunidad de Madrid (RECCA) dispone de 4 estaciones equipadas, situadas en los términos municipales de Rivas-Vaciamadrid y Paracuellos de Jarama sobre el río Jarama, en los Santos de la Humosa, sobre el río Henares y en Santa María de la Alameda, sobre el río Cofio.

Tabla III-32

Prioridad 1	Prioridad 2
<ul style="list-style-type: none"> • Valmayor • Santillana • Pedrezuela • Pinilla/Riosequillo • Navacerrada • San Juan • Picadas 	<ul style="list-style-type: none"> • El Atazar • El Vado • La Aceña

Se obtuvieron datos de los siguientes parámetros:

- PH
- Temperatura
- Conductividad
- Oxígeno disuelto
- Caudal circulante y nivel de agua

Los resultados obtenidos en las distintas estaciones, por años y en relación a la calidad exigida al agua para abastecimiento fueron los siguientes

AÑO 1997:

Estación de Paracuellos del Jarama

- El pH mantiene la calidad A1 todo el periodo.
- La conductividad mantiene, igualmente, la calidad A1 durante todos los meses.
- El parámetro de temperatura no es correcto durante los meses de verano (julio, agosto y septiembre) y sí lo es el resto del año.
- La tasa de saturación de oxígeno disuelto cumple la calidad A3 durante todos los meses, alcanzando la clasificación A1 coincidiendo con periodos de lluvias y descenso de temperaturas.

Estación de Rivas Vaciamadrid

- Solamente en el mes de diciembre las aguas circulantes del río Jarama se clasifican como A3, debido a la conductividad que se mueve en valores superiores a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las aguas no alcanzan clasificación que permitiría su uso como potable.

Estación de Santa María de la Alameda

- Las aguas circulantes del río Cofio presentan una clasificación A1 a lo largo de todo el año.

Estación de Santos de la Humosa

- El río Henares, a su paso por la estación, sólo

podría utilizarse para abastecimientos y con clasificación A3, en los meses de julio y diciembre. El parámetro causante es la conductividad que presenta valores por encima de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

AÑO 1998

Paracuellos de Jarama

- Tanto los valores de pH y conductividad corresponden a calidad de aguas A1.
- Dejando aparte los valores de temperatura que se tienen durante los meses de junio a septiembre, ambos inclusive, los valores superan el límite de 22%, pero que casi con seguridad se deben a falta de representatividad de las muestras. El parámetro que incide más en la pérdida de calidad de las aguas es el oxígeno disuelto, que, durante los meses de agosto y septiembre, se mantienen entre el 30-50%, correspondiendo a calidad A3.
- En mayo y julio se correspondió con calidad A2. El resto de los meses A1.

Rivas Vaciamadrid

- Durante los meses de enero, febrero y marzo la calidad del agua ha de considerarse A1. Los meses de abril, mayo, junio y septiembre presentan calidad A2. El resto de los meses (julio, agosto, octubre, noviembre y diciembre), debido a la alta conductividad, superior a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el agua del río Jarama en este punto no alcanza clasificación con destino al abastecimiento.
- El mantenimiento de valores elevados de conductividad en los últimos meses del año, puede deberse a la falta de lluvias en ese año.

Santa María de la Alameda

- A lo largo del año se produjeron distintos problemas en la estación de control, tanto en el servicio de energía eléctrica (paneles solares), como en el equipo de medición. Hubo periodos que no

se obtuvieron datos y otros que, claramente, están distorsionados. Tan solo el mes de diciembre permite el análisis de los datos, aunque no de todos los parámetros mostrando un descenso en la calidad de las aguas hasta la clasificación A3.

Santos de la Humosa

- De los datos obtenidos, tan solo el pH permitiría alguna clasificación para abastecimiento urbano. Los demás parámetros en un 70% del año no permiten la clasificación de las aguas del río Henares a su paso por la estación, a diferencia del río Jarama en Paracuellos de Jarama y Rivas Vaciamadrid que el porcentaje del periodo en que las aguas quedan por debajo de los límites para calidad A3 era del 40%.

AÑO 1999

Durante los meses de julio a noviembre de 1999 se llevó a cabo la experiencia piloto de transmisión de datos en la estación de la red RECCA instalada en el término municipal de Rivas Vaciamadrid sobre el río Jarama. La experiencia consistió en la medición en continuo, con frecuencia de 15 minutos, de los valores de los parámetros pH, temperatura (agua y ambiente) y conductividad. Los datos se transmitían permitiendo la comunicación visual y la obtención de los mismos a través del modem conectado al ordenador dispuesto en las oficinas de la Consejería de Medio Ambiente.

Los sensores instalados en el río Jarama obtuvieron datos de pH, conductividad y temperatura, procesados y transmitidos, después, por telefonía móvil a la terminal instalada en la Consejería de Medio Ambiente.

Independientemente de los datos de los parámetros, que no detectaron en el periodo de la experiencia anomalías especiales, hay que extraer

como resultado positivo más singular la eficacia del sistema de transmisión de datos en continuo desde la estación de calidad RECCA al terminal en las oficinas de control.

También durante 1999 se contrastaron los equipos de cada una de las estaciones instrumentadas, con vistas a estudiar en todas ellas la aplicación experimentada para, mediante telefonía móvil, disponer los datos de calidad del agua visualizándose en la terminal la información de calidad del agua obtenida.

Dadas las características de la instrumentación de las estaciones RECCA (antigüedad, limitaciones y exigencias), es preciso que un estudio analice las posibilidades de mejora del equipamiento existente o bien su sustitución, por otro dotado con las prestaciones actuales que asegure una respuesta segura y fiable.

AGUAS SUBTERRÁNEAS

El control de calidad de las aguas subterráneas, previsto en el Plan Hidrológico del Tajo, se basará en la red de control oficial de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

La Consejería de Medio Ambiente, en 1998, diseñó una red para el diagnóstico de la calidad del agua del Acuífero del Terciario Detrítico de Madrid (U.H. 03-04 y U.H. 03-05), formada por 55 puntos para muestreo y análisis y así, más adelante, en función de sus datos y otros condicionantes, poder establecer unas redes definitivas para el seguimiento periódico de la calidad y prevención de la contaminación y el cumplimiento de la Directiva Marco de Aguas, 2000/60/CE, de 23 de octubre por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

En todos los puntos de la red se han analizado parámetros físico-químicos (conductividad y pH) y constituyentes mayoritarios (carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, nitritos, amonio, sodio, potasio, calcio, magnesio, SiO_2 y PO_4^{3-}). En 25 puntos se analizaron además parámetros que informan acerca de una posible contaminación industrial (metales pesados o hidrocarburos, aceites y grasas) y en 13 se han determinado los plaguicidas organoclorados a que hace referencia la Directiva 76/464/CEE, de 4 de mayo, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas al medio acuático, que sanciona los vertidos contaminantes a dicho medio.

La distribución de los puntos de muestreo se ha realizado intentando que fuera geográficamente lo más homogénea posible, incluyendo las zonas donde se detectaron lagunas de información, aquellas en que los datos registrados con anterioridad aconsejaban una comprobación de los mismos, y aquellas que eran susceptibles de contaminación antrópica, ya sea de origen industrial, agrícola o como consecuencia del vertido de efluentes.

Los resultados analíticos indican que las aguas subterráneas analizadas presentan una mineralización variable, desde términos poco mineralizados, con conductividades inferiores a $250 \mu\text{S}/\text{cm}$ (sondeos muestreados en Majadahonda, Villa del Prado, Las Rozas, etc.), hasta otros de salinidad relativamente elevada, con conductividades máximas de $1.904 \mu\text{S}/\text{cm}$ en el sondeo en el área de Cubas.

De los parámetros considerados para analizar la incidencia de las actividades industriales en la calidad del agua subterránea (hierro, manganeso, arsénico, cadmio, cromo, mercurio, plomo, hidrocarburos, aceites y grasas), únicamente se detectaron hierro, manganeso y arsénico en algunas muestras, y

no parecen estar relacionadas en ningún caso con procesos industriales desarrollados en su entorno.

Por su parte, el arsénico se ha detectado en varias muestras donde se ha analizado, pero únicamente superaban el máximo admitido para aguas de consumo público ($0,05 \text{ mg/l}$ de As) en cinco sondeos localizados en la cuenca del río Jarama y se corresponden con aguas de facies bicarbonatadas sódicas o sódico-cálcicas.

Teniendo en cuenta la distribución de los puntos donde se registran contenidos anómalos de arsénico y las profundidades en que aparecen, resultó aconsejable emprender un estudio de detalle del contenido de ese elemento en las aguas subterráneas, máxime cuando los datos disponibles, aunque escasos, indican que existen contenidos elevados de arsénico en distintos puntos del acuífero, que podrían estar relacionadas con la existencia de materiales metamórficos (pizarras y esquistos) en el área madre de los sedimentos terciarios.

Para analizar la incidencia de las actividades agrícolas y ganaderas en la calidad de las aguas subterráneas, se han analizado nitratos, nitritos y amonio.

Existe una buena correlación entre la concentración de nitratos (NO_3^-) y la profundidad de la captación, disminuyendo su contenido a medida que aumenta la profundidad de muestreo. Se observó cómo en 10 muestras se registran contenidos superiores a 50 mg/l de NO_3^- , (límite máximo establecido para aguas de consumo público), que se relacionan, en ocasiones, con prácticas de abonado (bien a través de la agricultura, o por medio del cultivo en viveros). En otros casos, los contenidos elevados de nitratos guardan relación con actividades ganaderas, con la presencia de vertidos, con fugas en el alcantarillado o inexistencia de la red de saneamiento.

Con respecto a los resultados analíticos de plaguicidas, los valores se encuentran por debajo del límite de detección, tanto en las aguas procedentes de zonas agrícolas, como en aquellas tomadas en campos de golf. No obstante, hay que considerar que la movilidad de los pesticidas en los acuíferos depende, entre otros factores, de la litología y potencia de la zona no saturada, y de la composición química del plaguicida. Así, aunque en la actualidad no se observe contaminación por pesticidas en el agua subterránea, puede detectarse en un futuro, debido al tiempo necesario para que alcancen la zona saturada.

En relación a los resultados de los muestreos y analítica de los pozos en explotación durante el año 1999 en el otro acuífero que es utilizado para reforzar el abastecimiento en la Comunidad de Madrid, Acuífero de las calizas del Cretácico (U.H. 03-03) en el área de Valdentales, durante ese período de sequía, se desprende que sus características y constituyentes presentan una calidad suficiente para abastecimiento público, sometiéndose además las aguas al mismo tratamiento convencional que las aguas de superficie.

Durante el 2000 se han puesto en marcha las redes de control ambiental del acuífero detrítico de Madrid (UH 03-04 y 03-05). Dichas redes persiguen el seguimiento del estado cuantitativo y el estado químico de las aguas subterráneas tal y como exige la Directiva 2000/60/CE antes mencionada.

Tras los trabajos propios de comprobación en campo, que han supuesto la revisión de unos 200 puntos de agua, se han establecido para los dos siguientes años aquellos que serán objeto de medición de su nivel de agua, toma de muestras y posterior analítica.

Para la selección de los puntos de control piezométrico se han utilizado distintos criterios entre los que destacan:

- La protección de áreas en las que se localizan extracciones con destino al abastecimiento público.
- Zonas de gran densidad de sondeos para extracción que pudieran dar lugar a sobreexplotaciones locales.
- Áreas de interés hidrogeológico por su relación con la red fluvial y otras áreas de descarga natural.

Finalmente la red piezométrica, a diciembre de 2000, consta de 84 puntos para medición mensual del nivel del agua.

Las redes para el control de la calidad del agua subterránea y para prevenir posibles contaminaciones se han diferenciado por objetivos y casuística de los posibles focos de contaminación en:

- Control de fitosanitarios: contaminación potencial por abonos, pesticidas, herbicidas y otros compuestos orgánicos (Tabla III-33).
- Control de la contaminación por actividades industriales (Tabla III-34).
- Control de suelos potencialmente contaminados (Tabla III-35).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la fase anterior, se han iniciado trabajos de investigación y seguimiento concreto en relación al comportamiento del arsénico en las unidades hidrogeológicas 03-04 y 03-05, ya que la disolución de este elemento y su incorporación al agua acarrearía problemas de potabilidad y consecuencias sobre la salud. Así se va a realizar un control sistemático de la calidad del agua y de la evolución de niveles en 25 pozos, seleccionados por su ubicación, su régimen de explotación y por los

Término municipal	Profundidad (m)	Otros controles
Camarma de Esteruelas	15	Piezometría, suelos
Alcalá de Henares	80	Piezometría
Valdeavero	20	Piezometría
Fresno de Torote	60	Piezometría
Cobeña	35	Piezometría
Fuente el Saz Jarama	50	Piezometría
San Sebastián de los Reyes	25	Piezometría
San Sebastián de los Reyes	70	Piezometría
Valdetorres del Jarama	35	Piezometría
Talamanca del Jarama	220	Piezometría
Talamanca del Jarama	24	Piezometría
Madrid	23	Piezometría
Madrid	155	No
Madrid	50	Piezometría
Madrid	90	Piezometría
Madrid	320	Piezometría
Las Rozas de Madrid	50	Piezometría
Villaviciosa de Odón	90	Piezometría
Villaviciosa de Odón	22,5	No
Móstoles	150	No
Fuenlabrada	18	No
Moraleja de Enmedio	70	No
Torrejón de la Calzada	60	No
Cubas	100	No
Sevilla La Nueva	150	Piezometría
El Álamo	15	Piezometría
Navalcarnero	90	Piezometría
Villamanta	55	Piezometría
Aldea de Fresno	15	Piezometría
Villa del Prado	150	No

Tabla III-33

Red de Control de la Contaminación Potencial por Fitosanitarios (diciembre 2000).

Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental

Tabla III-34

Red de Control de la
Contaminación por
Actividades Industriales
(diciembre 2000)

Término municipal	Contaminante	Profundidad (m)	Otros controles
Meco	BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	25	Piezometría
Camarma Esteruelas	Metales, BDO ₅ -DQO, SS	110	No
Alcalá de Henares	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	150	No
Alcalá de Henares	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	15	No
Alcalá de Henares	BDO ₅ -DQO, SS	118	No
Alcalá de Henares	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	100	No
Alcalá de Henares	BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	60-8	No
Paracuellos del Jarama	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	165	No
Madrid	TPH, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	15	No
Tres Cantos	BDO ₅ -DQO, SS	205	No
Alcobendas	BDO ₅ -DQO, SS	120	No
Alcobendas	BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	420	No
San Sebastián de los Reyes	BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	240	No
San Sebastián de los Reyes	BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	200	Piezometría minoritarios
Algete	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	—	No
Fuente el Saz Jarama	BDO ₅ -DQO, SS	250	No
Valdetorres de Jarama	BDO ₅ -DQO, SS	100	No
San Agustín de Guadalix	BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	200	No
San Agustín de Guadalix	BDO ₅ -DQO, SS	237	Minoritarios
Majadahonda	BDO ₅ -DQO, SS	180	No
Villanueva del Pardillo	BDO ₅ -DQO, SS	200	No
Brunete	BDO ₅ -DQO, SS aceites y grasas	126	Piezometría
Villa del Prado	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS	120	No
Móstoles	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	150	No
Móstoles	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	145	No
Móstoles	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	90	No
Móstoles	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	93	Piezometría
Arroyomolinos	Metales, BDO ₅ -DQO, SS	69	No
Navalcarnero	Metales, BDO ₅ -DQO, SS	140	No
Alcorcón	BDO ₅ -DQO, SS	150	No
Fuenlabrada	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	120	No
Fuenlabrada	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	120	No
Fuenlabrada	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	13	No
Fuenlabrada	BDO ₅ -DQO, SS	50	Piezometría
Humanes de Madrid	Metales, Cn, BDO ₅ BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	150	No

Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental

Término municipal	Contaminante	Profundidad (m)	Otros controles
Camarma Esteruelas	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS	15	Piezometría
Camarma Esteruelas	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS	10	No
Alcalá de Henares	Pesticidas, fertilizantes	14	No
Alcalá de Henares	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	10	No
Alcalá de Henares	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	—	No
Alcalá de Henares	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	8	No
Madrid	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS	180	No
Madrid	BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	180	No
Fuente el Saz Jarama	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	11	No
Móstoles	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	45	No
Móstoles	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	60	No
Móstoles	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	300	No
Móstoles	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS	—	No
Fuenlabrada	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	95	No
Fuenlabrada	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	10	No
Humanes de Madrid	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS	130	No
Humanes de Madrid	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS	113	No
Humanes de Madrid	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	60	No
Humanes de Madrid	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	119	No
Griñón	Metales, Cn, BDO ₅ -DQO, SS, aceites y grasas	110	Fitosanitario

Tabla III-35

Red de Control de Suelos Potencialmente Contaminados (diciembre 2000)

Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental

antecedentes existentes sobre contenido en arsénico de origen natural y variabilidad en sus concentraciones.

Tal y como preveían las medidas protectoras y correctoras para el acuífero detrítico de Madrid se

ha continuado con la realización de encuestas de extracción de agua subterránea, fundamentalmente en urbanizaciones e industrias, de forma que permita en un futuro próximo actuaciones divulgativas y disuasorias para reducir el consumo y asegurar las reservas de agua subterránea.



El agua podría considerarse recurso no renovable, lo que justifica la búsqueda de tecnología adecuada para permitir la reutilización.

5.2. RECURSOS REUTILIZABLES

Según datos del Plan de Saneamiento y Depuración de la Comunidad de Madrid, serían susceptibles de utilización 80-100 hm³ de los cuales el 50%, por condiciones de localización, serían susceptibles de aprovechamiento. Aunque no existen nuevos datos, posiblemente esta cifra ya se haya incrementado.

La reutilización de aguas residuales permite ampliar los recursos disponibles de un bien escaso, con la única exigencia de un tratamiento previo que adecúe su calidad a los requerimientos de cada uso. Aunque la práctica internacional muestra un empleo mayoritario en riegos agrícolas (forraje, huertas) y urbanos (parques y zonas verdes, instalaciones deportivas, cementerios), existen notables ejemplos de un variado espectro de usos como reutilización industrial (refrigeración, torres de lavado, construcción),

inyección en el terreno (recarga de acuíferos, lucha contra la intrusión salina, control asentamiento de terrenos), uso recreativo y ambiental (láminas ornamentales y fuentes, mejora de lagos, dotación caudales ecológicos en cursos fluviales, piscifactorías), empleo no potable en áreas urbanas (contra incendios, aparatos sanitarios, aire acondicionado, lavado vehículos, baldeo de calles y alcantarillas), etc.

NORMATIVA DE REFERENCIA

El marco legal sobre la reutilización del agua residual es la Ley de Aguas y el Reglamento de Dominio Público Hidráulico. La Ley de Aguas dice: "El Gobierno establecerá las condiciones básicas para la reutilización directa de las aguas, en función de los procesos de depuración, su calidad y los usos previstos". El término "reutilización directa" se refiere a

aquellas “que habiendo sido ya utilizadas por quien las derivó y antes de su devolución a cauce público, fueran aplicadas a otros diferentes usos sucesivos”. Se prohíbe expresamente la reutilización para el consumo humano.

Ante el gran volumen de aguas residuales depuradas que se produce en las instalaciones de tratamiento, junto a la escasez de recursos disponibles, se ha planteado la posibilidad de su reutilización desde hace mucho tiempo. La Confederación Hidrográfica del Tajo, elaboró un estudio en 1990 y una propuesta de normativa básica que han sido utilizados para la elaboración del Plan de Saneamiento y Depuración de la Comunidad de Madrid y el Plan Hidrológico del Tajo.

En dicho Plan de Saneamiento y Depuración se reserva un apartado para actuaciones de reutilización de aguas que tengan por finalidad los usos ligados al entorno urbano, como riego de parques y jardines públicos y privados y de áreas deportivas o recreativas, y regeneración de cauces deteriorados o destruidos por la presión urbanizadora. Apunta la conveniencia de abordar un Programa Regional, y que se hiciera cargo el Canal de Isabel II de su administración. A falta de planificación general en el momento de su aprobación, el Plan incluye una serie de actuaciones pioneras como:

- Construcción de un sistema de riego y uso industrial con agua residual depurada el arroyo Culebro, para riego del Parque Lineal del Culebro (en proyecto) y el de Polvoranca.
- Instalaciones de riego de zonas verdes públicas y privadas desde diversas EDARs de la Comunidad de Madrid. El Canal de Isabel II ha solicitado la concesión de los efluentes para destino a riego de parques y zonas verdes de Coslada y San Fernando, zonas deportivas y recreativas (6 campos de golf: Galapagar, Paracuellos, Villaviciosa, San

Sebastián de los Reyes y Las Rozas). Además se proyecta el riego de zonas verdes de Boadilla y Pozuelo.

- Construcción de una red de riego de los parques de Madrid capital con aguas de La China y Rejas. Regarán una superficie de 430 ha, con un volumen extraído de 3,27 hm³/año.

Entre las normas establecidas en el Plan Hidrológico del Tajo se contempla la reutilización directa de aguas residuales depuradas: “Se estudiarán durante el primer horizonte las posibles instalaciones para la reutilización de aguas residuales depuradas para riego, jardinería u otros usos, analizando cualquier efecto que pueda ser considerado negativo sobre el Dominio Público Hidráulico o sobre los restantes aprovechamientos”. Y “hasta la promulgación de la reglamentación específica nacional sobre la materia serán de aplicación las limitaciones incluidas en los Anexos I, II y III de estas normas”. Se reproduce, por su interés, el anexo I.

El anexo I establece REQUISITOS SANITARIOS y consta de 3 partes:

PARTE A: Condiciones Sanitarias Generales

De señalización en todas las zonas donde se utilicen aguas residuales depuradas para el riego se fijarán carteles o indicaciones que lo señalicen con total claridad y todas las conducciones de distribución de las aguas residuales depuradas deberán estar debidamente señalizadas, de modo que se distingan claramente de las de distribución de agua potable.

De prohibición por riesgos para la salud se prohíbe la reutilización del agua residual depurada en los circuitos de aire acondicionado, calefacción, refrigeración urbana y refrigeración en industria alimentaria y

similares. También prohíbe la reutilización del agua residual industrial para riego, cuando sus características físico-químicas no sean asimilables a las de las aguas residuales urbanas. En tal caso la propia industria podrá reciclarla para circuitos de refrigeración y siempre que no exista un riesgo para la salud.

En cuanto a los tipos de cultivos, el método de riego permitido y otras recomendaciones, se tiene en cuenta lo siguiente:

- Riego de cultivos para consumo en crudo. Cualquier método. Recomendación: en la concesión se establecerán distancias mínimas de las áreas de riego a las zonas pobladas y a las vías públicas.
- Riego de campos deportivos, zonas verdes de acceso público (campos de golf, parques públicos, etc.). Cualquier método. Recomendación: El riego no debe realizarse en horas de afluencia del público.

La calidad del agua es un factor fundamental para determinar el uso al que se puede destinar.



- Riego de cultivos industriales, forraje, pastos, cereales y semillas de oleaginosas, viveros, cultivos destinados a industrias conserveras, productos que se consuman cocinados y árboles frutales. Cualquier método de riego, excepto: aspersión para riego de hortalizas o árboles frutales e inundación para riego de hortalizas. Se recomienda: Suspender el riego de árboles frutales al menos dos semanas antes de la recolección, no recoger la fruta del suelo y suspender el riego de pastos para consumo en verde al menos dos semanas antes de permitir apacentar al ganado.
- Riego de bosque, industria maderera y zonas verdes no accesibles al público. Cualquier método excepto aspersión.

Siempre que se utilice la aspersión como sistema de riego deberá cumplirse las siguientes exigencias:

- Los aerosoles no podrán alcanzar de forma permanente a los trabajadores, ni a las vías públicas de comunicación y áreas habitadas, estableciendo de ser preciso, obstáculos o pantallas que limiten la propagación.
- Se guardará una distancia de seguridad mínima de 150 m a las áreas habitadas.
- En el riego de campos deportivos y zonas verdes urbanas los aspersores serán de corto alcance o baja presión.

PARTE B. Calidad del agua residual depurada (Tabla III-36)

En relación a estos datos además hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Si el tratamiento existente son lagunas o estanques de maduración los análisis se llevarán a cabo sobre muestras filtradas.
- Cuando el tratamiento incluye desinfección con cloro o derivados, se recomienda, después de

Uso del agua residual depurada	Tratamiento indicativo	Criterios de calidad				
		Biológica		Físico-Química		
		Nematodos intestinales	Coliformes fecales	pH	Sólidos en suspensión	DBO ₅
1 Riego de cultivos para consumo en crudo.	Secundario Filtración o equivalente Desinfección (*)	< 1 huevo/l	< 10/100 ml	6.9 - 9.0	< 20 mg/l	< 25 mg/l
2 Riego de campos deportivos, zonas verdes de acceso público (campos de golf, parques públicos, etc).	Secundario Filtración o equivalente Desinfección (*)	< 1 huevo/l	< 200/100 ml		< 25 mg/l	< 25 mg/l
3 Cultivos destinados a industrias conserveras y productos que se consuman cocinados. Riego de huertos y frutales (no deben < 10/100 ml recogerse frutos del suelo).	Secundario Filtración o equivalente Desinfección (**)	< 1 huevo/l	< 200/100 ml		< 30 mg/l	< 30 mg/l
4 Riego de cultivos industriales, viveros, forraje, pastos, cereales y semillas oleaginosas.	Secundario	< 1 huevo/l	< 1.000/100 ml		—	—
5 Riego de bosques, industria maderera y zonas verdes no accesibles al público.	Secundario	< 1 huevo/l			—	—
6 Refrigeración en circuito semicerrado.	Secundario	< 1 huevo/l	< 1.000/100 ml		—	—
Refrigeración en circuito abierto.	Secundario		< 1.000/100 ml		—	—
7 Estanques en los que está permitido al contacto del público con las aguas (igual aguas para baño).	Secundario	< 1 huevo/l	< 200/100 ml	—	—	
Estanques en los que está prohibido al contacto del público con las aguas	Secundario	No se establecen límites adicionales				

Fuente: Plan Hidrológico del Tajo

un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos, queden 0,6 mg/l (*) de cloro residual en riegos de consumo directos y riego de zonas con contacto público; y 0,3 mg/l (**) de cloro residual en riego para industrias conserveras.

La calidad del agua es conforme cuando las muestras recogidas en un mismo punto durante un año cumplan:

- Para el uso de riego agrícola y zonas verdes: el 95% de las muestras no excedan del valor límite

establecido para nematodos intestinales y el 90% de las muestras no excedan del valor límite establecido para coliformes fecales.

- Para el uso de refrigeración industrial: el 95% de las muestras no excedan del valor límite establecido para coliformes fecales.
- Para estanques de uso recreativo: el 95% de las muestras no excedan del valor límite establecido para nematodos y el 80% de las muestras no exceden del valor límite establecido para coliformes fecales.

Tabla III-36

Parte B del Anexo I.
calidad del agua residual depurada.

Tabla III-37

Parte C Anexo I.
Parámetros tóxicos
a medir en el agua
reutilizada.

PARÁMETRO	VALOR LÍMITE mg/l
Arsénico	0,10
Boro	1,00
Cadmio	0,01
Cromo III	1,00
Cromo IV	0,10
Níquel	0,20
Mercurio	0,01
Plomo	0,10
Selenio	0,02
Cobre	0,20

Fuente: Plan Hidrológico del Tajo

PARTE C. Parámetros tóxicos (Tabla III-37)

Estos límites no serán de obligado cumplimiento para el riego de campos deportivos, zonas verdes, viveros y cultivos no destinados al consumo humano o animal. En cualquier caso las Autoridades Sanitarias de las correspondientes Comunidades Autónomas podrán añadir la determinación de otros parámetros químicos que crean necesarios para la protección de la salud de la población, ante la sospecha de vertido en las aguas residuales de productos no señalados en la tabla III-37.

La calidad del agua es conforme cuando las muestras recogidas en un mismo punto durante un año cumplan:

- Para el uso de riego agrícola y zonas verdes: el 95% de las muestras no exceden el valor límite de los parámetros tóxicos y el restante 5% de muestras que excedan del valor límite de esos parámetros, no sobrepase en más del 50% dicho límite.

- Para estanques de uso recreativo: Cuando de las inspecciones realizadas se deduzca un deterioro de la calidad de las aguas, serán de obligado cumplimiento los límites establecidos para metales.

5.3. CAUDALES ECOLÓGICOS Y LA DEMANDA AMBIENTAL

En el Plan Hidrológico del Tajo, se contempla este aspecto, del que se destaca lo siguiente:

En la lista de usos del agua aparece en 5º lugar el "uso ambiental" que engloba la cantidad de agua que se asigna para mantener condiciones ambientales adecuadas, sin perjuicio de que pueda usarse posteriormente para otros usos productivos. El Plan considera una demanda actual y futura de 68 hm³/año, en el horizonte de 20 años que está previsto el Plan.

El término caudal ecológico dejó de utilizarse desde los proyectos iniciales que dieron lugar al Plan

Hidrológico del Tajo, siendo sustituido por el de "demanda medioambiental", que será:

- Para los ríos no regulados: se determinará a través de estudios que deben ser autorizados por el Organismo de cuenca y que deben incluir: los cauces de ríos que atraviesan espacios naturales protegidos, las áreas de interés piscícola (según la Directiva 78/659/CEE), los ríos salmonícolas, los ríos con índices biológicos aceptables, las zonas especiales de conservación según la Directiva 92/43/CE de hábitats y cualquier otro propuesto por la autoridad ambiental.
- Para los ríos regulados, los caudales determinarán por estudios específicos, pero mientras se define se aplicará un "volumen mensual equivalente al 50% de la aportación mensual media de los meses de verano".

En los estudios a que hace referencia el párrafo anterior se incluirán aspectos como: estimación de la

afección al resto de usos, evaluación de los efectos sociales y económicos, alternativas para no disminuir las garantías actuales, seguimiento de los efectos y propuesta de revisión. También se obligará a realizar medidas de minimización de la afección ambiental construyendo escalas de peces y respetando el caudal medioambiental para el aprovechamiento energético del agua.

Se reservan 10 hm³ del embalse del Pardo para emergencias medioambientales. De acuerdo con la política de protección del recurso se limitarán o proibirán actividades recreativas o pesqueras si de ello se deriva el deterioro de la calidad.

Hay que destacar que con posterioridad al año 2000, dada la fragilidad de los ecosistemas fluviales en la Comunidad de Madrid, la Consejería de Medio Ambiente inicia estudios para establecer el régimen de caudales ambientales y de mantenimiento en estos ecosistemas. ■