



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

AVANCE SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE UNA REI
DE CONTROL DE CALIDAD EN LOS ACUÍFEROS
ALUVIALES DE RÍO GUADAHORTUNA Y RIO GRANDI
EN RELACIÓN CON LOS FILTROS VERDES DE
DEHESAS DE GUADIX Y FORNES

93/



R
37551

El presente informe ha sido realizado por el Instituto Tecnológico Geominero de España (I.T.G.E.), con la dirección y supervisión de D. Juan Carlos Rubio Campos, Dr. en Ciencias Geológicas, y la colaboración de la empresa IGR interviniendo por la misma los técnicos, D^a Josefa Moya Pareja, Bióloga y D. Luis Virgos Soriano, Ingeniero de Minas.

ÍNDICE

- 1- Antecedentes
- 2- Introducción
- 3- Contexto hidrogeológico
 - Aluvial de río Guadahortuna
 - Aluvial de río Grande de Fornes
- 4- Establecimiento de redes de control
 - Dehesas de Guadix
 - Fornes
- 5- Plan de control y seguimiento
 - Tipos de analítica
- 6- Situación actual de los filtros verdes
 - Dehesas de Guadix
 - Fornes
- 7- Bibliografía
- 8- Documentación fotográfica

1- ANTECEDENTES

En el marco del convenio suscrito entre el ITGE y la Diputación Provincial de Granada se establece una colaboración en materia de depuración de aguas residuales, que se materializa en el Plan Director de Aguas Residuales (PDDARU). Dentro de éste se plantea la idoneidad de establecer sistemas de depuración por aplicación al terreno, en los que el ITGE aporta su experiencia como conocedor del subsuelo y controlador de las potenciales afecciones a las aguas subterráneas.

Por otra parte, la Diputación Provincial, a través de la Unidad PER del Área de Asistencia a Municipios, y dentro del Plan Experimental de Depuración de Aguas Residuales del PER, ha emprendido la puesta en funcionamiento de una serie de pequeñas depuradoras de tecnologías blandas en núcleos rurales de la provincia, entre las que se encuentran como únicas experiencias de sistemas por aplicación al terreno las de Dehesas de Guadix, y Fornes.

En este contexto, el ITGE y la Diputación consideran necesario establecer una red de control y un plan de seguimiento a largo plazo de estas experiencias, con el objeto de avanzar en el conocimiento de estos sistemas de tratamiento, dado su carácter experimental y la ausencia de metodologías suficientemente contrastadas al respecto, comprobando además su eficacia y posible aplicabilidad en otros núcleos de características similares en la provincia de Granada, de acuerdo con lo planteado en el Plan Director.

El diseño y seguimiento de esta red de control la realiza el ITGE con la colaboración de la empresa I.G.R. y forma parte de los trabajos previstos en el "Proyecto de Investigación Hidrogeológica en Andalucía Oriental" (1993-95) al objeto de establecer nuevas redes en diferentes acuíferos de la provincia de Granada.

2-INTRODUCCIÓN

El **filtro verde** es un sistema de depuración natural que consiste en la aplicación de agua residual a un terreno donde hay instalada una masa vegetal. Con ello se consigue, además de la depuración del efluente, el crecimiento de especies vegetales y la recarga artificial de acuíferos.

La depuración se realiza mediante la acción conjunta del suelo, los microorganismos y las plantas, por medio de una triple acción: física (filtración), química (intercambio iónico) y biológica (depuración de materia orgánica).

Se distinguen dos tipos de filtros verdes: en función del objetivo principal del sistema (ITGE, 1994 de Metcalf & Eddy, 1991):

Tipo 1-"Sistemas de infiltración lenta". El objetivo principal es la depuración de las aguas residuales. Para ello se emplean cargas hidráulicas relativamente altas entre 1,7-6 m/año, que vienen limitadas sólo por los parámetros de diseño.

Tipo 2- "Sistemas de aprovechamiento agrario". El objetivo es el aprovechamiento del caudal y del poder fertilizante del agua residual para el cultivo de ciertas especies vegetales. Para ello no deben existir limitaciones de espacio, ya que las cargas hidráulicas son menores, diseñándose el sistema para obtener un máximo rendimiento agrario.

Encuadre geográfico

Dehesas de Guadix es un municipio con 992 habitantes, con una economía rural basada en la ganadería y en una agricultura sustentada por el río Guadahortuna, que mantenía una próspera vega de cultivos de regadío, hasta hace unos años. La sequía, la deforestación de la zona, y el aumento de captaciones aguas arriba, ha provocado una grave situación para este tipo de cultivos que han sido desplazados por el olivar o transformados en baldíos. Actualmente, sólo el aprovechamiento de las aguas subterráneas y la utilización de residuales permiten, de modo parcelario, conservar la fisonomía vegetal de la vega más próxima al pueblo.

En Dehesas de Guadix funciona desde 1994 una **planta depuradora de aguas residuales**, instalada por la Diputación, que realiza un tratamiento en dos fases:

Fase 1- *Pretratamiento*, con el siguiente proceso:

- Desbaste
- Desarenador y desengrasador
- Tamiz

Fase 2- *Filtro verde de infiltración lenta o tipo 1*, instalado sobre una chopera de propiedad municipal, que tradicionalmente se había regado con aguas residuales sin depurar.

Fornes es un núcleo de 729 habitantes, en la comarca de Alhama-Temple. Situado en la cabecera del embalse de Los Bermejales, entre los ríos Grande y Cacán que son los principales afluentes al pantano. La actividad principal de la población es la agricultura; pero las limitaciones geográficas que suponen S^a Almirara por el sur, con unas grandes pendientes, y el embalse por el oeste y norte; hace que los cultivos más productivos se encuentren ligados a las terrazas aluviales de los ríos, extendiéndose hacia el este con cultivos de secano sobre arenas y limos del Mioceno. Es tradicional en esta zona el cultivo de chopos, con plantaciones que se instalan en las parcelas más próximas a los ríos, una de las cuales es la que utiliza el agua residual de Fornes para su riego.

En la actualidad está en construcción una **planta de tratamiento de agua residual** por parte de la Diputación provincial y que constará de un proceso de *pretratamiento* idéntico al de Dehesas de Guadix y un filtro verde que se instalará en las mismas parcelas que actualmente riegan con agua sin depurar. La propiedad particular de la plantación hace que plantee un *filtro verde de aprovechamiento agrario o de tipo 2*.

3- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

Aluvial del río Guadahortuna

Las aguas residuales de Dehesas de Guadix recargan el acuífero aluvial del río Guadahortuna, en su tramo más bajo, a unos 10 Kms antes de su confluencia con el río Guadiana Menor.

Se puede considerar en su conjunto como libre, si bien aparecen excepcionalmente sectores donde la zona saturada está levemente confinada por algunos niveles de materiales arcilloso-limosos. Se trata de un acuífero no demasiado extenso y de geometría marcada por el aluvial, con unas reservas insignificantes, sufriendo la superficie piezométrica apreciables fluctuaciones en función de los recursos que varían notablemente de modo estacional.

El mapa piezométrico adjunto (figura 1) corresponde al inicio de estiaje de 1991 (ITGE, 1991) pudiendo dar una idea del funcionamiento del sistema. No obstante, los niveles han descendido de modo apreciable en los últimos años de sequía, lo que se constata por los cambios producidos en las zonas que antes se reseñaban como drenajes naturales del acuífero, en las proximidades de los núcleos de Alicún de Ortega y Dehesas, y en las que actualmente el río es influente.

El sistema se puede considerar dividido en dos partes, la parte más alta con un gradiente hidráulico del 0,013 y la parte más baja, que aquí nos ocupa, con un gradiente del 0,011 de acuerdo con una mayor anchura del afloramiento aluvial y de la sección de flujo.

En cuanto a los parámetros hidráulicos se considera una transmisividad (T) de 700 m²/día y una permeabilidad (K) media de 65 m/día, siendo la velocidad de flujo en el tramo de Dehesas de Guadix de unos 5,5 m/día.

Los recursos del aluvial vienen determinados por la suma del volumen de entradas por la lluvia caída sobre su superficie (0,55 hm³/año, considerando una lluvia útil de 50 mm), la alimentación por drenaje subterráneo aluvial (unos 0,4 hm³/año), los aportes de las calizas y dolomías del Cerro de Alicún (0,9 hm³/año)

y la escorrentía superficial. Las salidas del sistema se deben fundamentalmente a la extracciones para riego, que con más de 30 pozos operativos suponen un volumen de 2,5 hm³/año, a los que habría que añadir unos 0,08 hm³/año bombeados para abastecimiento urbano. Del total de las extracciones se calcula un retorno al acuífero de 1,06 hm³/año (ITGE, 1991).

Por otra parte, las salidas por drenaje subterráneo aluvial en el extremo oriental del sistema, se valoran en 1,3 hm³/año; aunque en la actualidad deben ser notablemente menores por los continuos años de sequía.

Aluvial de río Grande

Se trata de un acuífero detrítico formado por depósitos conglomeráticos aluviales asociados al valle del río Grande, con una superficie aproximada de 2,5 Km², una longitud de 7 Km y una anchura media de 400 m.(figura 1). Se asienta sobre materiales detríticos semipermeables de edad Messiniense.

Su alimentación procede principalmente de la escorrentía de una amplia cuenca vertiente, con alrededor de 130 Km², en las vertientes Norte de Sierra Almirajara y Oeste de Sierra Albuñuelas. Otros aportes se deben al drenaje subterráneo del límite septentrional de la Subunidad de Sierra Almirajara.

No se dispone de información sobre la cuantía de los recursos. De todos modos su capacidad de regulación es mínima debido al escaso espesor de los depósitos aluviales, por lo que el cauce presenta caudal permanente en épocas de estiaje. Se encuentra escasamente explotado, y las salidas se efectúan en su mayor parte a través del cauce, que vierte hacia al embalse de Bermejales.

Las aguas residuales de Fornes recargan el acuífero en su parte más baja, pero el escaso caudal (0,04 hm³/año) se puede considerar insignificante en el total de las entradas que "a priori" pueden estimarse para este acuífero.

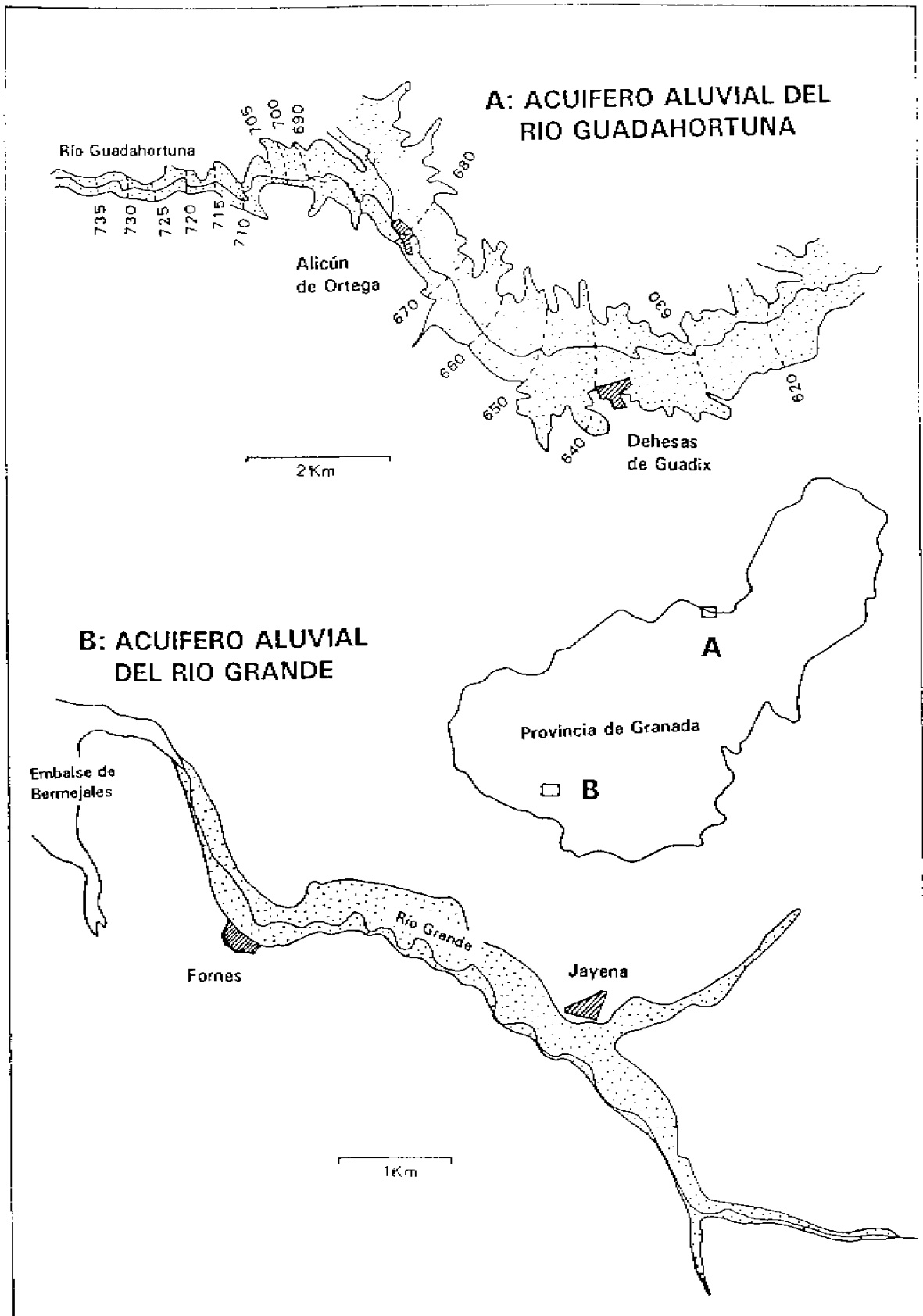


FIGURA 1: Esquema hidrogeológico de los acuíferos del Río Guadahortuna y Río grande.

4- ESTABLECIMIENTO DE LAS REDES DE CONTROL

Las redes se plantean a dos niveles: un control puntual en la zona no saturada y un control más amplio de la zona saturada. (figura 2)

Nivel 1- Con el fin de evaluar la eficacia de los sistemas de depuración por filtro verde en ambos núcleos, se realizaron un total de 7 sondeos manuales dentro de las parcelas de la choperas, en donde se instalaron unas cápsulas porosas de cerámica que por la aplicación de una depresión interior permiten la extracción de muestras de agua de la zona no saturada. Estos lisímetros permitirán comprobar el grado de depuración alcanzada a diferentes profundidades y además son un buen referente para determinar la permeabilidad de los materiales de los primeros metros de suelo.

Nivel 2- Se trata de una red de control más amplia para precisar las potenciales variaciones de calidad en la zona saturada, para lo cual se han utilizado aquellos pozos o sondeos existentes, próximos a la depuradora, y eligiéndolos en atención a la facilidad de acceso y significación hidrogeológica.

4a- En DEHESAS DE GUADIX (figura 2B), para la zona no saturada (nivel 1), se instalaron tres cápsulas a unas profundidades de 1.80 m, 1.50 m y 1,00 m y situadas en una misma línea para garantizar que reciban el agua el mismo día y en el mismo turno de riego, evitando de este modo las variaciones puntuales de la calidad del agua residual de entrada.

Para el control de la zona saturada (nivel 2) la red queda constituida por los siguientes puntos:

1- El pozo de abastecimiento al pueblo, que se encuentra a unos 400 m y que sirve como doble referente: para determinar la calidad del agua potable receptora de los residuos y la calidad del agua del acuífero aguas arriba del vertido.

2- El pozo más inmediato a la zona de riego, que aunque está por encima de la depuradora, podría verse influenciado debido a su proximidad (sólo 50 m.)

3- El sondeo más próximo aguas abajo de la zona de vertido, localizado aproximadamente a 1 Km.

4b- En FORNES (figura 2A) se instalan 4 lisímetros (nivel 1) situados, tres en la parcela superior a 1,75, 1,50 y 1,00 m y en una misma línea de riego, y un cuarto en la parcela inferior, a 0,75 m para comparar resultados con los anteriores.

El control del acuífero (nivel 2) se realiza en los siguientes puntos:

1- Pozo próximo al cortijo S. José situado en el aluvial, 900 m aguas arriba.

2- Pozo situado a 400 m aguas abajo, en el mismo margen que la parcela.

3- Pozo situado a 600 m aguas abajo, a la misma cota que el 2.

- Además se tomarán dos puntos de control en el río en los que se extraerán muestra de las aguas superficiales antes y después del filtro verde, aforando el caudal en cada campaña.

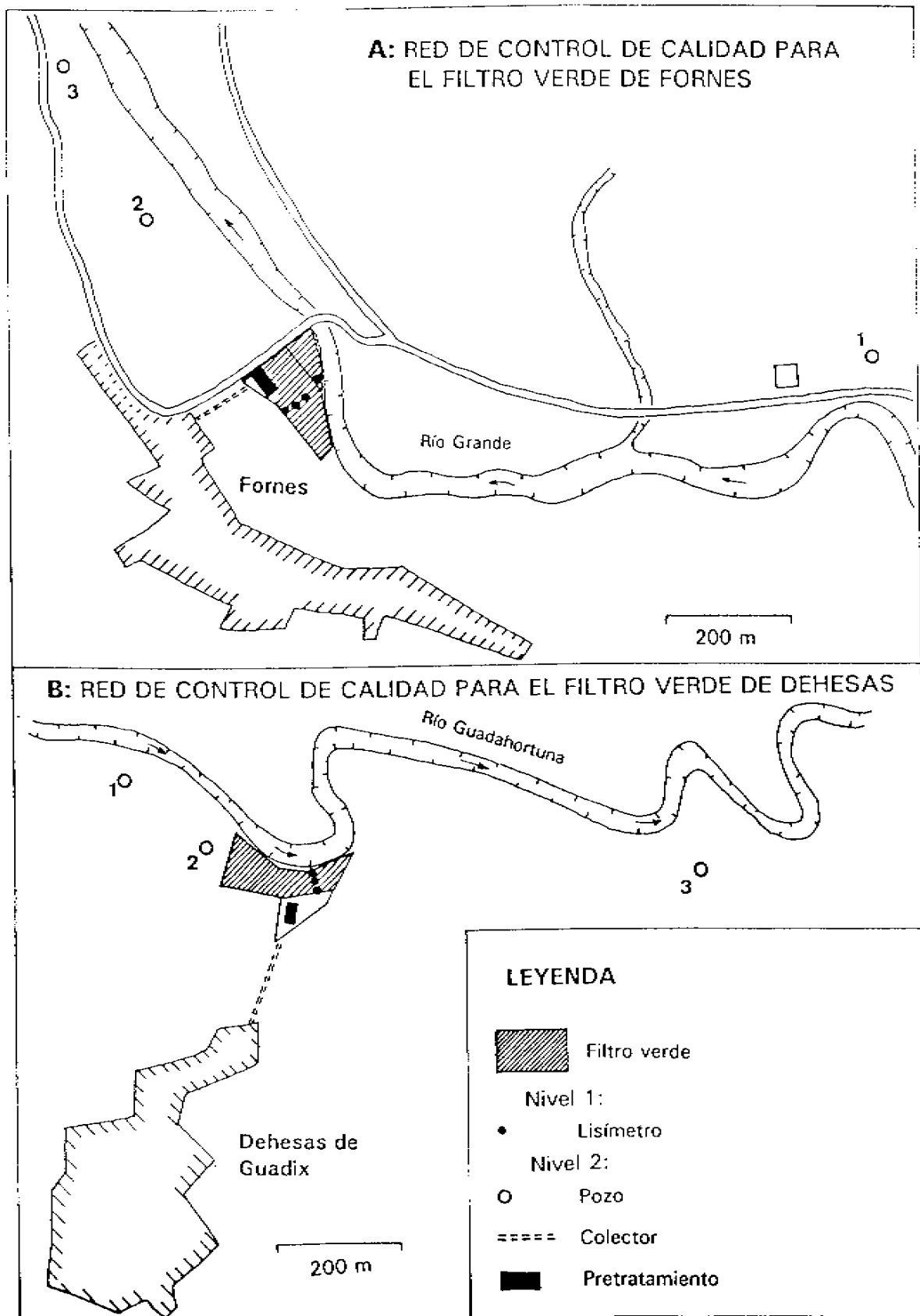


FIGURA 2: *Redes de control de calidad.*

5- PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

La colocación de lisímetros para de control de la zona no saturada se ha realizado en Julio del año 1995, pero su puesta a punto y el establecimiento de la red de la zona saturada no ha sido posible hasta Septiembre del mismo año ya que el área de Dehesas se vió afectada por dos importantes avenidas que inutilizaron las instalaciones temporalmente.

El plan de control viene determinado por la secuencialidad de los riegos en las choperas, en las que se distribuye el agua por sectores alternando el riego con periodos de secado.

Se ha considerado conveniente diseñar las campañas de muestreo haciéndolas coincidir con los períodos de secado del sector donde se instalaron las cápsulas, en los 2 ó 3 días previos al turno de riego, con lo que no hay barro y se evitan pérdidas de presión en los lisímetros, que quedan preparados de un muestreo para el siguiente.

El sistema de riegos se lleva a cabo de modo diferente en las dos choperas:

En **Dehesas** se realiza un riego a manta en cada sector durante tres días, con periodicidad de 13 días, sin interrupción a lo largo del año.

En **Fornes** se riega en surcos, con una permanencia del agua en cada sector de 1 día y una periodicidad de 15 días en primavera y verano, y de un mes en invierno y no se riega en parte de octubre y noviembre.

La elaboración del plan de seguimiento se ha realizado en colaboración con los responsables del mantenimiento de los riegos en cada planta (un encargado del Ayuntamiento en Dehesas de Guadix y el propietario de la chopera en Fornes), con el fin de coordinar los riegos y los muestreos; favoreciendo también el control de incidencias que supondrían modificaciones en la planificación, como lluvias, inundaciones, cortes de árboles, manejos agrícolas, etc...

El plan de seguimiento supone un control bimensual, en el que se tomarán muestras de los canales de pretratamiento y de la zona no saturada, y a los que se realizará una **analítica tipo 1**. Además, con carácter semestral se realizará un control de los acuíferos subyacentes y, si es posible, de las aguas superficiales receptoras, realizando una **analítica de tipo 2**.

A modo orientativo, se resume aquí la periodicidad y tipo de control que se seguirá en cada planta, de acuerdo con el sistema de riegos actualmente existente.

FILTRO VERDE EN DEHESAS DE GUADIX

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
E															A1																
F																															
M																					A2										
A																															
M																															
J																															
J																															
P																															
S																															
O																															
N																															
D																															

FILTRO VERDE EN FORNES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
E																															
F																															
M																															
A																															
M																															
J																															
J																															
A																															
S																															
O																															
H																															
D																															



Días de riego en el sector en que se encuentran instaladas las cápsulas.

A1- Días de muestreo para analítica tipo 1

A2- Días de muestreo para analítica tipo 2

TIPOS DE ANALÍTICA

Analítica 1- Se realizará en todas las campañas y permitirá determinar la evolución de los parámetros más típicos de la contaminación por aguas residuales urbanas y los que puedan afectar al buen estado de la plantación.

PUNTOS DE MUESTREO:

- 1- agua residual bruta en la entrada al pretratamiento
- 2- fin del pretratamiento
- 3- lisímetros

PERIODICIDAD:

bimensual (todas las campañas)

PARÁMETROS A ANALIZAR:

DBO, DQO, pH, Conductividad,
Nitratos, Nitritos, Amonio, Fosfatos,
Cloruros, Sodio y Boro

Analítica 2- Se realizará 2 veces al año y complementará a la anterior en control de metales pesados y otros parámetros que coyunturalmente puedan ser interesantes por apreciaciones previas.

PUNTOS DE MUESTREO:

- 1- agua residual de entrada
- 2- fin del pretratamiento
- 3- lisímetros
- 4- pozos y sondeos (en Fornes también el río).

PERIODICIDAD:

semestral

PARÁMETROS A ANALIZAR:

Calcio, Magnesio, Potasio, Sulfatos,
Plomo, Cobre, Manganeso, Hierro, Zinc, Cadmio
además de los de analítica 1

Además de los muestreos y análisis especificados, en cada visita se tendrán en consideración otros datos o factores que sean indicativos del correcto funcionamiento de las plantas de depuración, y del grado de eficacia del sistema. En este sentido se tendrán en cuenta:

- **Apreciaciones sobre el estado de la plantación:**

Foliación, enfermedades, podas, entresacas, crecimiento, etc...

- **Aspecto del suelo:**

Laboreos del suelo, aspecto de la capa superior, presencia de costras o alteraciones, grado de humedad, encharcamientos...etc.

- **Factores que puedan afectar al acuífero:**

Presencia de agua en el cauce del río, aforo en caso necesario, avenidas, bombeos próximos, vertidos incontrolados próximos, vertido del agua no depurada, etc...

- **Estado del canal de tratamiento:**

Mantenimiento, limpieza, estimación del caudal de entrada, funcionamiento de tamices y desarenador...

6- SITUACIÓN ACTUAL DE LOS FILTROS VERDES

Dehesas de Guadix

Este filtro verde se instala en un terreno municipal con una superficie aproximada de 0,25 Has, que son insuficientes para soportar el caudal de agua residual generado, incluso para un sistema de filtro verde de tipo 1. Esto queda en parte subsanado por el riego de una chopera colindante de 0,5 Has, de propiedad particular.

Pero aún así, las cargas hidráulicas tan elevadas que debe soportar la plantación del Ayuntamiento, genera en ocasiones encharcamientos que si ocurren de forma prolongada durante el periodo vegetativo, pueden tener repercusiones en el cultivo, que se vería afectado por enfermedades y plagas que podrían llegar a destrozar una plantación, o en el mejor de los casos, provocar una disminución del crecimiento y en consecuencia de la depuración por una menor capacidad de asimilación de nutrientes.

Entre las enfermedades que se han podido apreciar externamente, habría que destacar:

- Infecciones por varios hongos parásitos como Cytospora chrysoperma que provoca la sequía de la madera y su deshilachado. Algunas afecciones por Septoria populi, que provoca la caída foliar.

- Numerosos pies afectados por "lloro de savia".

- Insectos perforadores.

(ver fotografías adjuntas)

Estas enfermedades, en su mayoría tienen tratamientos con productos químicos, pero el objetivo de depuración que se persigue es incompatible con estas prácticas; por lo que la mejor profilaxis consiste en mantener la plantación en un buen estado mediante las prácticas culturales adecuadas.

Por otra parte la analítica realizada de las **aguas residuales de entrada** a la chopera, tras el canal de pretratamiento, dan los siguientes resultados significativos (Diputación -ITGE, 1993):

Conductividad	3200 microS/cm
Sales totales	2048 mg/l
Cloruros	417 mg/l
Sodio	380 mg/l
Boro	2 mg/l

Hay que tener en cuenta que una concentración de sales en el agua de riego superior a 1 g/l se consideran aguas muy salinas y que los chopos son especies muy sensibles a la salinidad, no tolerando concentraciones de ClNa superiores al 0,5 %. Así, la plantación de Dehesas presenta, sobre todo después del verano, signos evidentes de exceso de sales, con hojas secas en los bordes que mueren al poco tiempo.

Además concentraciones de sodio y boro por encima de 2,5 mg/l pueden plantear importantes problemas de toxicidad que deterioran el estado de la plantación y que de permanecer pueden generar su muerte.

El origen de esta salinidad de las aguas residuales hay que referirlo a dos causas principales.

1- De una parte el agua de abastecimiento al pueblo, procedente de extracciones del mismo acuífero, que aguas arriba lava materiales triásicos. Sirva como referencia los siguientes resultados de calidad (ITGE, 1991):

Conductividad	1520 microS/cm (S.T. 972 mg/l)
Cloruros	114 mg/l
Sodio	121 mg/l
Sulfatos	404 mg/l

2- De otra parte, la existencia dentro del núcleo urbano de cuatro pequeñas industrias de chacinería, que están conectadas a la red general de alcantarillado y que producen un vertido con unas elevadas concentraciones de sales (fundamentalmente ClNa) y materia orgánica. A pesar de la pequeña entidad de estas fábricas, el

volumen generado por las cuatro representa un porcentaje apreciable en el total de las aguas residuales del pueblo, incrementando notablemente la propia salinidad del agua de abastecimiento.

En relación al **sustrato**, los sondeos y analítica realizados determinan un suelo con **textura franco-limosa-arenosa**, con una **permeabilidad** buena que permite la instalación de chopos. Si bien, cabe destacar la mayor concentración de limos en el nivel superior, consecuencia del depósito de finos que suponen las avenidas, frecuentes en esta zona, y que provoca una capa más compacta e impermeable que puede afectar a la infiltración.

La composición química del suelo indica un coeficiente de salinidad bastante elevado, lo que como se ha indicado, es restrictivo para las choperas. Sin embargo, los análisis realizados en la parcela colindante de propiedad privada arrojan resultados mucho más favorables; de lo que se deduce que los niveles de salinidad de la parcela del ayuntamiento son en buena parte debidos al riego continuado con aguas excesivamente salinas.

Destacar también que las concentraciones de sodio por encima de los 300 mg/l pueden generar una dispersión de los agregados del suelo (Cánovas Cuenca, J;1990) con la consiguiente pérdida de estructura y permeabilidad, lo cual no aparece muy manifiesto por el momento, probablemente debido a los aportes de calcio y magnesio que tienen una acción antagonica.

Ante esta situación, se podrían plantear "a priori" para la efectiva viabilidad del filtro verde de Dehesas de Guadix, las siguientes **medidas correctoras**:

- Realización de balsas de almacenamiento para la regulación del caudal o utilización, a ser posible de las balsas de esparto existentes.
- Ampliación de la superficie arbolada en parcelas colindantes.
- Plantación de los chopos en caballones, mejorando así la oxigenación de la raíz y evitando los encharcamientos en contacto con el tronco.
- Tratamiento de los hongos parásitos con productos cúpricos.

- Separación de las residuales de las chacinerías de la red general.
- Sustitución de las especies cultivadas actualmente por otras más resistentes a la salinidad.
- A ser posible, realizar cada cierto tiempo un riego con agua no residual, para que se produzca un lavado de sales, ya que las escasas precipitaciones impiden que se realice de modo natural.
- Realizar un rastrillado al menos dos veces al año para romper la costra creada por el riego.
- Impedir la salida de agua residual al cauce del río.

Fornes

El filtro verde que se establece en Fornes tiene características muy distintas al anterior, en tanto que la chopera es propiedad particular y el objetivo es la producción de madera, utilizando los aportes hídricos y de nutrientes del agua residual (filtro verde tipo 2).

Consta de una parcela de 19.000 m² y un caudal medio de agua residual de 0.04 hm³/año, lo que supone una carga hidráulica de 2,1 m/año, perfectamente asumible por este cultivo.

Los árboles están plantados en caballones y el riego se realiza en surcos, evitando encharcamientos prolongados. Durante los meses de otoño, y mientras perdura la hoja, se evita el riego por el riesgo de arranque de pies a causa del viento. Durante este tiempo se realiza una circulación del agua en canales externos a la chopera, donde sufre un proceso de depuración por infiltración y oxigenación de la materia orgánica, aunque a un nivel inferior al que se realiza el resto del año.

Actualmente se están realizando las obras del canal de pretratamiento por lo que se riega con el agua residual bruta. Los análisis químicos de las residuales determinan un agua de calidad aceptable para el riego de estas especies, no planteando hasta el momento problemas de salinidad o toxicidad por concentraciones elevadas de algún elemento; muy al contrario, las carga orgánica que recibe el agua potable es beneficiosa para el cultivo no necesitando abonado extra.

Los datos más representativos de la **calidad del agua de entrada** para riego son los siguientes (Diputación Provincial-ITGE, 1993)

Conductividad	670 microS/cm
Cloruros	32 mg/l
Sodio	45 mg/l
Boro	0,3 mg/l

Las características físico-químicas del suelo son favorables para el establecimiento de choperas, como así lo demuestra la abundancia de este cultivo en la zona. Se trata de un suelo con textura franco arenosa y un espesor aproximado de un metro, con una buena capacidad de infiltración.

La idoneidad del cultivo en estas condiciones de suelo y riego queda patente con la observación del estado de la plantación, sin enfermedades y con un crecimiento muy adecuado. Pero el funcionamiento del filtro verde habría que comenzar a evaluarlo cuando finalice la construcción del sistema de pretratamiento, lo que supondrá un nivel de depuración previo a la aplicación al terreno que mejorará los resultados actuales.

7- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cánovas Cuenca, J. (1990): Calidad agronómica de las aguas de riego. S.E.A. Madrid, 53 pp.

DIPUTACION PROVINCIAL DE GRANADA-ITGE (1993): Plan director de depuración de aguas residuales de la provincia de Granada. Tomo I.-Memoria. Inédito, 386 pp.

ITGE (1991): Estudio de los recursos disponibles y la evolución piezométrica para la mejora de los riegos en la zona nº 15 de Alicún de Ortega-Dehesas de Guadix. Documento interno, 39 pp.

ITGE (1994): Experiencias en relación con la utilización del terreno como depurador natural. Documento interno, 73 pp.

Montoya Oliver, J. M. (1988): Chopos y chopetas. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 124 pp.

8- DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

ESTADO DE LA CHOPERA DE DEHESAS DE GUADIX



Afección de la salinidad a la hoja



Ataque por hongos

ESTADO DE LA CHOPERA DE DEHESAS DE GUADIX



Encharcamiento del suelo

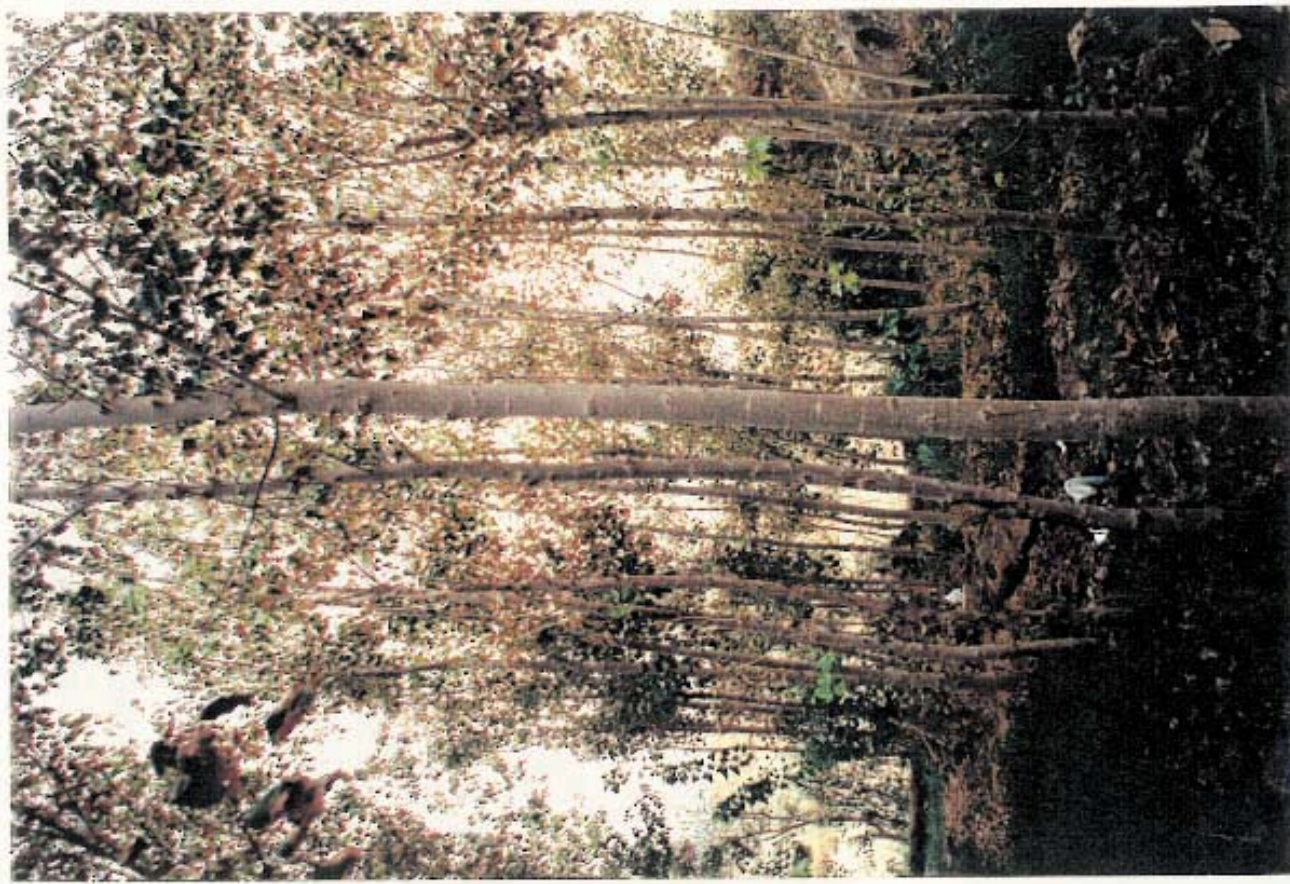


Salida del agua al cauce del Río Guadahortuna

ESTADO DE LA CHOPERA DE DEHESAS DE GUADIX



Lloro de savia



Defoliación por salinidad y enfermedades

INSTALACIÓN DE CÁPSULAS POROSAS
PARA TOMA DE MUESTRAS EN LA ZONA NO SATURADA



FILTRO VERDE DE DEHESAS DE GUADIX



Desarenador-Desengrasador



Tamiz

FILTRO VERDE DE DEHESAS DE GUADIX



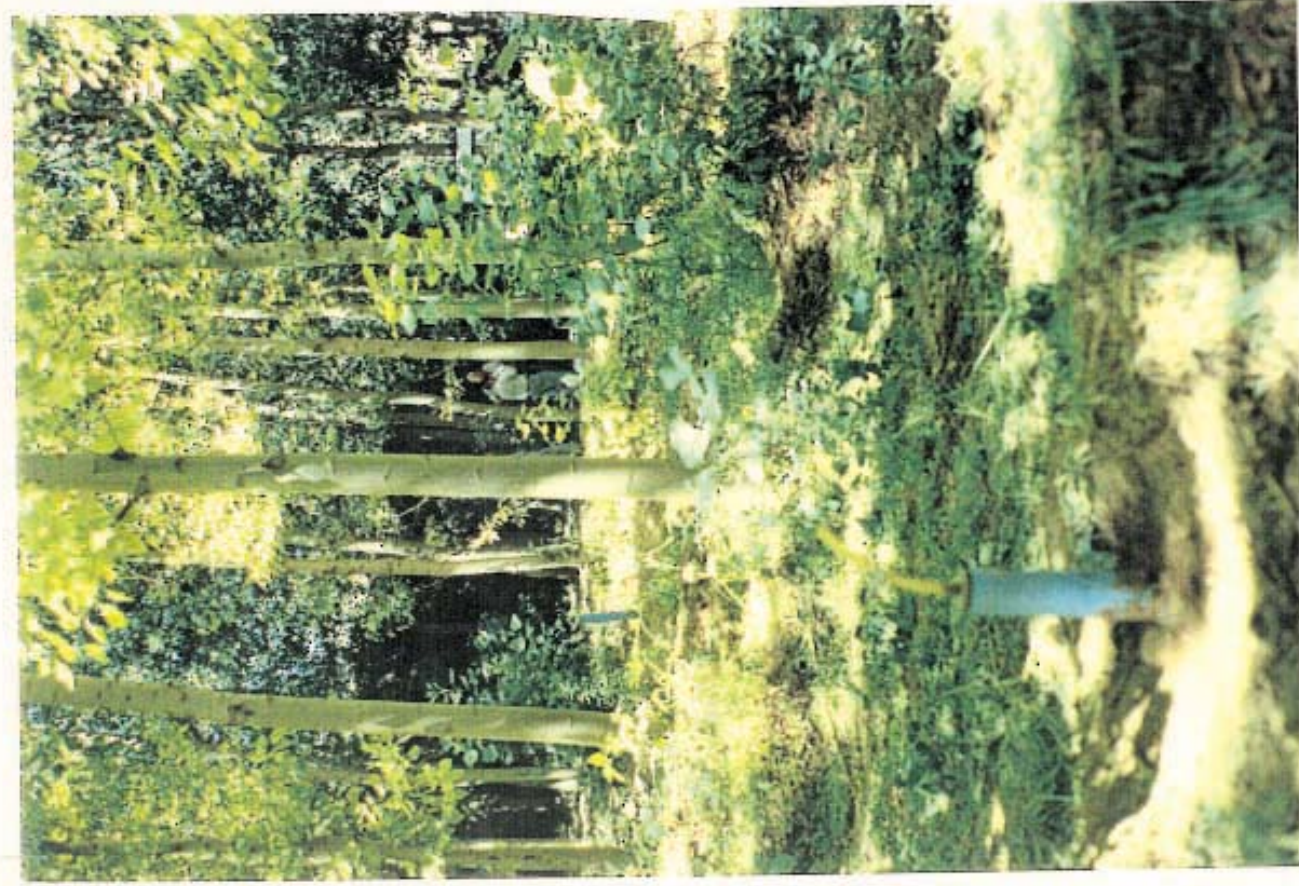
Vista general de la planta depuradora y la plantación

FILTRO VERDE DE FORNES



Canal de tratamiento (en obras) y chopera receptora del agua.

FILTRO VERDE DE FORNES



Cápsulas instaladas



Estado de la plantación en Julio/95