

# BALANCE DE LA EXPERIENCIA EN REUTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS EN PORTAVENTURA

Vicenç Veses

Ingeniero Industrial Universidad de Navarra  
Máster en Gestión General EADA  
Director de Servicios Técnicos de Port Aventura, SA  
E-mail: [vicenc.veses@portaventura.es](mailto:vicenc.veses@portaventura.es)

## RESUMEN

Cuando mediante una Ley 2 del 1989<sup>1</sup>, la Generalitat de Catalunya anunciaba la posibilidad de la creación de Centros Recreativos y Turísticos en su territorio, fijaba las bases de la planificación urbanística y la densidad de construcciones de los centros, resultaba, así, un gran espacio ajardinado. El Decreto 152<sup>2</sup> del mismo año que aprobó el centro recreativo y turístico de Vila-seca y Salou ya tuvo en cuenta como estímulo para su construcción y explotación el suministro de agua no potable.

PortAventura en aquellos momentos tuvo bien claro que un complejo de las características que la ley pedía, situado en las comarcas costeras de Tarragona comportaría una disponibilidad de recursos hídricos de los cuales la zona andaba escasa.

La construcción de un sistema de tratamiento adicional en la planta depuradora de aguas residuales fue un punto de partida fundamental para que los actuales jardines de PortAventura fueran una realidad y hacer posible el desarrollo que queda aún pendiente.

La experiencia del riego de tantas y tan diversas especies ornamentales durante los últimos 10 años ha resultado muy positiva y se plantea aquí como un proceso de *benchmarking*, con la idea de que pueda ser imitado, exponiéndose sus ventajas e inconvenientes.

**Palabras Clave:** Centro recreativo y turístico, ocio, actividad lúdica, paisajismo, jardinería, especies ornamentales, agua reutilizada, efectos de los cloruros, efectos del SAR, ET<sub>0</sub>.

## EL CENTRO RECREATIVO TURÍSTICO DE VILA-SECA/SALOU

La creación de grandes espacios lúdicos en Catalunya con el fin de dinamizar el sector turístico, es algo que su Gobierno se planteó a finales de la década de los 80, siguiendo el

ejemplo, que no el patrón, de la multinacional americana Disney, la cual había decidido construir un complejo en Marne-la Vallée, cerca de París.

En efecto, en aquellos días la actividad turística había comenzado una cierta recesión en la Costa Dorada. Las pocas o nulas alternativas al sol y la playa que se presentaban entonces al hipotético viajero no eran suficientemente atractivas como para que escogiera aquella destinación.

En un ejemplo de coordinación, las administraciones local y catalana, trabajaron conjuntamente para captar algún inversor que tuviera vocación de quedarse; no se quería fomentar la llegada de una operación financiera lucrativa, sino de una empresa que se comprometiera con el país y ayudara a levantar la que empezaba a ser una situación preocupante, en cuanto al turismo se refería.

Era necesario crear un espacio con un atractivo suficiente como para que el turismo de la Costa Dorada volviera a ser el que era y aún más, animar al empresario a realizar inversiones de calidad, atraer a los tour-operadores, recuperar y ampliar la marca, colaborar al crecimiento económico de la zona, crear lugares de trabajo, etc.

Pues bien, la solución fue la construcción de un Centro Recreativo y Turístico (CRT) de capital privado, que pudiera hacer realidad todo ello, y para hacerlo hacía falta agua.

El proyecto que presentó PortAventura comprendía una área geográfica de 826 Ha, sobre la que debía construirse en los años siguientes un gran Parque Temático que aportara prestigio y marca. Después seguirían inversiones en hoteles, zonas deportivas, campos de golf, centro de convenciones, etc., muchas de las cuales están aún por realizar.

Dado el pequeño índice de ocupación del suelo y de edificabilidad, el proyecto tenía que ser necesariamente un proyecto de paisajismo, respetando el entorno con criterios medioambientales y de desarrollo sostenible. La conservación de un paisaje en condiciones idóneas hacía preveer la necesidad de agua, y por tanto, planificar su obtención y su uso.

No hace falta decir que en las conversaciones iniciales se habló de compromisos de inversión, de infraestructuras como vías de comunicación, tendidos eléctricos,... y también de tratamiento y de recuperación de aguas residuales.

En este breve documento trataremos de explicar cómo fue de acertado aquel planteamiento y cuál ha sido la experiencia obtenida.

## **LA CUENCA RECEPTORA DE VILA-SECA Y SALOU**

Los municipios de Vila-seca y Salou tenían, y tienen, una población estacional como consecuencia de los visitantes que venían especialmente atraídos por sus extraordinarias playas. Se puede afirmar que sus aguas residuales son de procedencia urbana, ya que las industrias ocupaban una pequeña parte de sus términos municipales. En la década de los 80 no disponían de estación depuradora, sus aguas eran vertidas al mar y ello comportaba, según las corrientes marinas, el deterioramiento del agua de las playas.

La instalación de un Parque Temático, que aportara de entrada un incremento de estacionalidad a la población y añadiera un buen número de metros cúbicos de agua residual al mar podía empeorar las cosas.

Era del todo necesario dotar a los municipios de una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) que tuviera también capacidad para el tratamiento de las futuras aguas del Centro Recreativo y Turístico. La EDAR tendría un tratamiento físico y uno de biológico previos al vertido al mar, pero se le tenía que añadir un tercer tratamiento físico-químico que trataría una fracción procedente del secundario, transformándola en agua apta para el riego. Esta decisión tomada en el transcurso de las conversaciones entre la Generalitat y PortAventura, era clave para posibilitar el proyecto paisajista del CRT.

## **LAS OBRAS**

El Parque Temático empieza su construcción en Junio de 1992, con un proyecto conceptual de calidad muy elevada que ya había sido desarrollado previamente, y con un proyecto de detalle que se iba desarrollando a medida que avanzaban las obras. Las obras de la EDAR empezaron en 1993.

En abril de 1995 se abrió el Parque para pruebas de carga, y en mayo ya en operación regular. Simultáneamente la EDAR entró en funcionamiento, el terciario empezó también a producir agua apta para el riego. La financiación del terciario fue a cargo de la Agencia Catalana del Agua (ACA), pero PortAventura acordó un pago mensual en concepto de amortización de las obras, además de soportar los costes de producción.

## **LA CONCESIÓN Y EL CONVENIO, COMPROMISOS CON LA ADMINISTRACIÓN**

PortAventura obtuvo de la actual ACA una concesión de 1,8 Hm<sup>3</sup> para la utilización de las aguas regeneradas provenientes de la EDAR de Vila-seca/Salou. A pesar de que la tramitación administrativa de la misma se alargó en el tiempo, la utilización del agua se produjo ya desde el inicio.

La concesión regula administrativamente los términos para la utilización del agua, aunque para los aspectos técnicos se redactó un convenio que definía las calidades del agua y los compromisos adquiridos por el ACA y por PortAventura en cuanto promotor del CRT.

La Consejería de Sanidad impuso una serie de condiciones para el uso del agua reciclada, como por ejemplo:

- Separación física de la red, asegurando la imposibilidad de interconexión por error
- Bocas diferentes de las utilizadas para el agua potable
- Nunca utilizar agua regenerada en los sistemas de pulverización
- Analítica bacteriológica periódica
- La utilización y el horario de uso del agua regenerada deben ser aquellos que impliquen el menor grado de contacto posible con el público, teniendo especial precaución con los aerosoles que se puedan producir
- Nunca instalar grifos exteriores al alcance del público que estén conectados a la red de agua regenerada
- Cerca de las zonas de uso y almacenaje del agua regenerada se debe garantizar que el público no pueda acceder a ellas. En caso contrario se debe indicar en lugares bien visibles que el agua no es potable y la destinación exclusiva que se le da.

Dadas estas restricciones se decidió hacer uso del agua regenerada exclusivamente para riego de horticultura, en aplicación directa a las zonas ajardinadas. Era necesario comprobar, pues, cuál sería la calidad real del agua y cuál sería la experiencia que se derivaría de este riego.

## EXPERIENCIAS PREVIAS DE CALIDAD

Al tratarse de agua procedente de municipios no industriales, el contenido en sales y la presencia de microorganismos eran los parámetros que más era necesario controlar.

El agua regenerada contiene más sales que el agua potable de la que procede. Dado que esta salinidad no es constante, sino que varía a lo largo del tiempo, y en el caso que explicamos veremos que tiene mucho que ver con la estacionalidad, conviene conocerla y controlarla mediante analíticas. Como parámetro de fácil medida se utiliza la conductividad eléctrica, ya que tiene una relación lineal con el contenido de sales. En nuestro caso la medimos en microsiemens por centímetro.

Como experto en reutilización del agua el ACA y PortAventura contaron con el Dr. Rafael Mujeriego, quien planteó los parámetros de calidad mínimos exigibles, basados en sus trabajos como investigador en California (Mujeriego, 1990). Estos parámetros mínimos pueden encontrarse en la Tabla 1. Sin embargo, es necesario indicar que aquellos trabajos de investigación se basaban en el estudio de especies utilizadas en agricultura y no en jardinería.

**Tabla 1.** Criterios de calidad del agua regenerada (adaptado de Mujeriego, 1990).

### Parámetros de compromiso

	<i>Unidad</i>	<i>Valores admisibles</i>	<i>Periodicidad</i>
Coliformes fecales	En 100 ml	Ausencia	Diaria
Estreptococos fecales	En 100 ml	Ausencia	Diaria
pH	Unidad pH	6-9	Continua
Turbidez	UNF	<2-3	Continua
Materias en suspensión	mg/l	<10	Diria
Cloro residual	mg/l	>1	Continua
DBO <sub>5</sub>	mg/O <sub>2</sub>	<10	Diaria

### Parámetros recomendados

Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	<350	Semanal
Conductividad	μS/cm a 20°	<3000	Continua
Nitrógeno total	mg/l	<30	Semanal /Diaria
Fósforo soluble reactivo	mg/l	<15	Semanal
Sodio	mg/l	<600	Mensual
Potasio	mg/l	<30	Mensual
Calcio	mg/l	<400	Mensual
Magnesio	mg/l	<60	Mensual
Hierro total	mg/l	<5	Mensual
Manganeso	mg/l	<0.2	Mensual
Cadmio	mg/l	<0.01	Mensual
Cromo	mg/l	<0.1	Mensual
Cobre	mg/l	<0.2	Mensual
Níquel	mg/l	<0.2	Mensual
Plomo	mg/l	<5	Mensual
Zinc	mg/l	<2	Mensual
Mercurio	mg/l	<0.001	Mensual
Molibdeno	mg/l	<0.01	Mensual
Selenio	mg/l	<0.02	Mensual
Boro	mg/l	<1	Mensual

La preocupación por el alto contenido de sales del agua regenerada viene dada por la presencia de cloruro sódico en la misma, una problemática típica de las depuradoras costeras. A grandes rasgos, el alto contenido de cloruro sódico en el agua regenerada para el riego de jardines tiene un efecto negativo sobre el crecimiento de las plantas y sobre su valor ornamental, y también por el deterioro de las condiciones edáficas del suelo. En cuanto al primer efecto, preocupa el que viene determinado por la presencia de cloruros y en cuanto al segundo por la de sodio.

Para evitar que la EDAR aportase agua con alta salinidad, se instaló un medidor de conductividad en continuo a la salida del terciario, que controla la propia EDAR y otro en la entrada del depósito de agua de riego de PortAventura, controlado por ésta. Ambos dan información en tiempo real y activan una alarma al pasar del máximo tolerado, que es de 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , a pesar de que a umbrales menores los sistemas de control ya detectan pre-alarmas.

Para evitar la presencia de microorganismos, el agua es clorada una vez ha pasado por el terciario. Un lector de presencia de cloro libre en el agua y otro de pH, en continuo, también por duplicado de la misma manera, a la salida y a la llegada, detectaría cualquier anomalía cuando el nivel estuviera fuera de la concentración permitida, que es de 1 ppm por lo que respecta al cloro y 6,8-7.8 por lo que respecta al pH, aunque los valores admisibles se encuentran entre 6 y 9.

## **EXPERIENCIAS PROPIAS DESPUES DE 10 AÑOS**

De forma general empezaremos por decir que la experiencia global es muy buena, el agua suministrada es de una calidad muy aceptable y que tan sólo es necesario controlar de forma muy especial aquellos parámetros que podrían de una forma accidental o por una larga duración causar daños a las personas, a las propias plantas y/o al terreno.

A pesar de que mensualmente se realizan analíticas muy completas, nos centraremos en el grupo de parámetros antes mencionados y que son los que podrían causar estos daños.

### **Cloración**

El nivel de 1 ppm es suficiente, a pesar de que durante los primeros minutos de la impulsión del agua regenerada hacia al depósito de PortAventura pueden detectarse niveles por encima de las 2 ppm, lo cual supone una forma de garantizar la limpieza biológica de la tubería de impulsión. Durante el tiempo restante del transporte se procura que las concentraciones de cloro libre estén por debajo de 1 ppm. El fallo del sistema de cloración se detecta por la lectura y registro de las sondas y los sistemas de alarma establecidos, pero al ser redundantes es muy improbable que ello suceda.

El problema que podría presentarse en caso de no tener suficiente nivel de cloro en el agua sería el de la posible y más que probable presencia de coliformes o estreptococos, de los cuales el requerimiento es de ausencia por sus efectos nocivos fácilmente deducibles: por formación de aerosoles contaminados y por la contaminación de suelos y sobre las propias plantas. El primer caso está contemplado y minimizado su impacto ya que no se riega por aspersión (ni por ningún otro sistema que forme aerosoles) en presencia de visitantes, por lo que el riesgo quedaría prácticamente eliminado gracias a un programa de riego automático.

## Salinidad: Cloruros

Com ya ha sido indicado, el agua residual cruda tiene un contenido de sales superior al del agua potable de la que proviene. La EDAR de la cual nos proveemos de agua regenerada no puede tratar las sales, por lo que se debe ir con mucho cuidado con los parámetros del agua entrante.

Se han presentado episodios de fuerte salinidad, que han sido causados especialmente por:

- Obras de excavación cerca de la línea de costa que al hallar agua de mar en el freático es bombeada a la red de alcantarillado en grandes cantidades, elevando así el contenido salino. Esta circunstancia se da casi exclusivamente en invierno, cuando el caudal recogido es más pequeño y por tanto el agua de mar aportada es una parte importante. Por suerte es también en invierno cuando no son necesarios grandes caudales de riego.
- Temporales de levante que hacen que el agua de mar llegue hasta tierra inundando las redes de pluviales que no siempre están correctamente separadas de las residuales, además de penetrar a través de las grietas de las tuberías enterradas de residuales. El efecto es idéntico al descrito anteriormente.

En estos casos el riego con agua reciclada se suspende hasta que se restablezcan los parámetros de salinidad, comprobados por conductividad y por analítica, que aseguren la calidad de suministro del agua.

El efecto continuo de los contenidos de sal y concretamente de cloruros sobre las plantas es algo que afecta a la jardinería, en cuanto que su objetivo es el efecto ornamental sobre el paisaje del CRT. Ya en los primeros años se apreciaron daños a algunas especies y PortAventura tomó la iniciativa de encargar trabajos de investigación sobre los efectos de los cloruros en algunas especies.

El primer trabajo se llevó a cabo entre los años 1998 y 2000, fue encargado al IRTA y dirigido por el Dr. Joan Girona del centro de I+D de Lleida, siendo esponsorizado también por CESPА y la Fundación AGBAR. El objeto de esta investigación fueron las plantas ornamentales y se tuvo que definir cuantitativamente el atributo “ornamental” con el fin de poder estudiar su evolución. Las especies seleccionadas se sometieron al riego con concentraciones crecientes de cloruros para estudiar los efectos osmóticos y la toxicidad; se obtuvieron interesantes resultados de cómo éstos afectan al crecimiento y desarrollo de la planta, yendo desde la no afectación, pasando por la necrosis de la masa foliar y el secado de ramas, hasta a la práctica muerte de ciertas especies desde el punto de vista ornamental. Como consecuencia inmediata PortAventura eliminó de sus especificaciones de compra una serie de plantas no aptas para el riego con agua regenerada de las características que suministra la EDAR de Vila-seca / Salou.

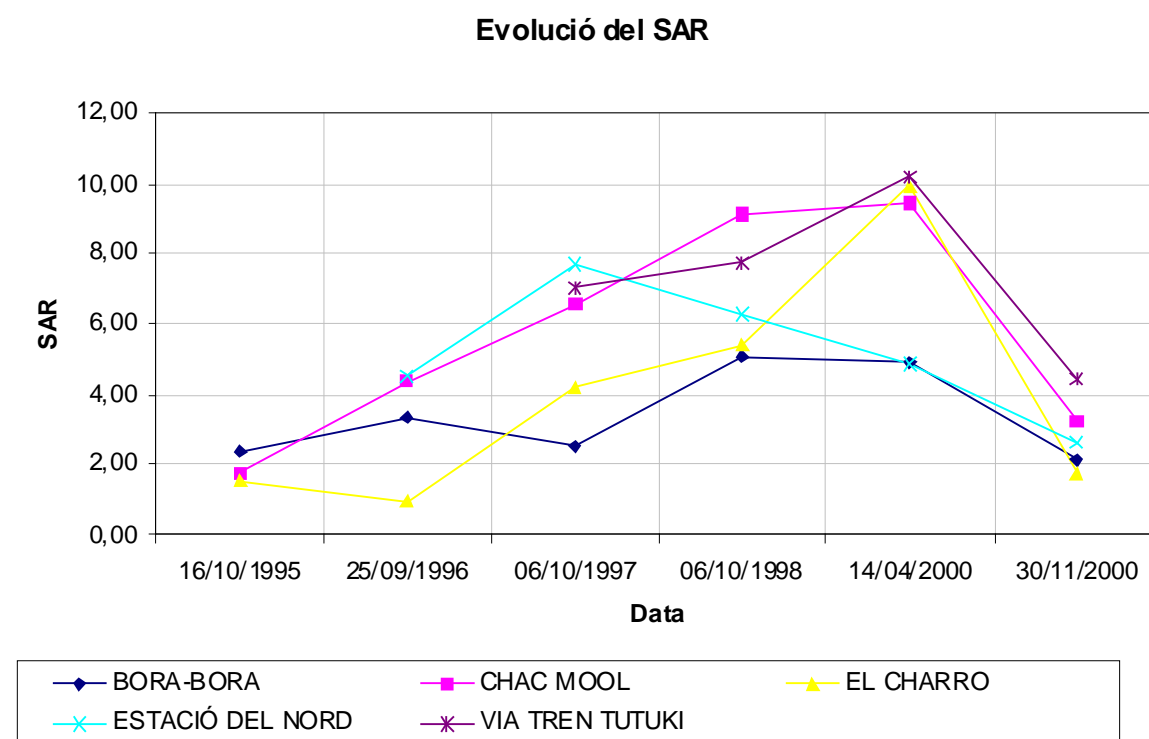
El segundo trabajo hecho entre los años 2003-2004 fue coordinado por CESPА, dirigido por el Dr. Miquel Salgot de la Facultad de Farmacia de la UB y participado por numerosos profesionales de los espacios verdes, siendo esponsorizado también por CESPА, la Fundación AGBAR y la empresa GP Resort. El objeto fueron las especies de césped que se pueden utilizar en campos de golf. La metodología fue similar en cuanto al riego con agua con diversas concentraciones de cloruros, y los atributos a evaluar además del ornamental, fueron los de resistencia al pisoteo y bajo coste de mantenimiento, entre otros. Los futuros campos de golf que se construirán en el CRT tendrán en cuenta los resultados de este estudio para escoger las especies que serán regadas con agua reciclada.

## Salinidad: Sodio

Es necesario tener en cuenta que el suelo donde se cultivan las especies de jardinería está superpuesto sobre unos terrenos que, a pesar de estar adaptados a la orografía original, sufrieron cambios en el momento de la construcción de las plataformas para los futuros viales, edificios, infraestructuras y jardines. Así nos encontramos de forma general con el terreno original no alterado, sobre el que se ha añadido tierra seleccionada, compactada en algunos casos, la cual ha sido excavada para añadir la tierra vegetal apta para el cultivo. De forma general podemos afirmar que los drenajes del riego son buenos.

El indicador de la “salud” del suelo en cuanto al sodio se refiere se conoce en términos anglosajones como SAR (Sodium Adsorption Ratio) o Tasa de Adsorción de Sodio (TAS) en términos hispánicos. En este indicador intervienen además de la concentración del sodio, las del calcio y del magnesio.

PortAventura desde el primer momento de inicio del riego con agua reciclada ha tomado muestras del suelo, y ha medido, registrado y monitorizado este indicador, por considerarlo de gran importancia.



**Figura 1.** Evolución del SAR en el agua de riego de PortAventura entre 1995 y 2000.

El SAR es muy sensible al uso continuo de agua salina, y como que se trata de una medida de la acumulación de los cationes mencionados, su evolución es siempre creciente. Ello provocó una gran alarma en los primeros meses de registros. La solución que se apuntaba en aquel tiempo era la de regar o “lavar” con agua potable con la finalidad de arrastrar el sodio hacia el drenaje. Por fortuna un otoño e invierno lluviosos hicieron este lavado de forma natural, recuperando valores de SAR adecuados para la jardinería, y además estos lavados naturales se han ido repitiendo –excepto en este último invierno–, manteniendo valores por debajo del

límite considerado peligroso. En la Figura 1 se puede observar la evolución de este indicador durante los años 1995 a 2000.

### Sistema de riego

PortAventura dispone de un sistema de riego automatizado con el fin tal de optimizar el uso de agua reciclada y minimizar así los riesgos antes comentados.

Los datos proporcionados por la estación meteorológica son registrados en un ordenador que calcula la evapotranspiración potencial ( $ET_0$ ) y contabiliza la lluvia diariamente. Esta información es la base para el cálculo del agua necesaria que hay que aplicar con el riego del día siguiente.

Dado que los jardines están divididos en zonas o parcelas con riego independiente, y que para cada una de ellas son conocidas su superficie, el cultivo particular y la intensidad del mismo, se aplica un coeficiente corrector a los valores que permite la optimización de la dosificación de agua.

El programa principal realiza los cálculos totales de riego teniendo en cuenta: la capacidad de bombeo, la  $ET_0$  y la lluvia, las características edáficas de cada parcela y el tiempo de que se dispone para el riego. A continuación da las órdenes a los programadores distribuidos por los jardines, los cuales controlan las electroválvulas que finalmente darán paso al agua necesaria.

De esta manera el uso del agua es óptimo, derivándose ahorros en el caudal total de agua consumida y minimizando el riesgo de los efectos de las sales sobre las propias plantas y sobre el suelo. Se puede ver el esquema del funcionamiento de este sistema en la Figura 2.

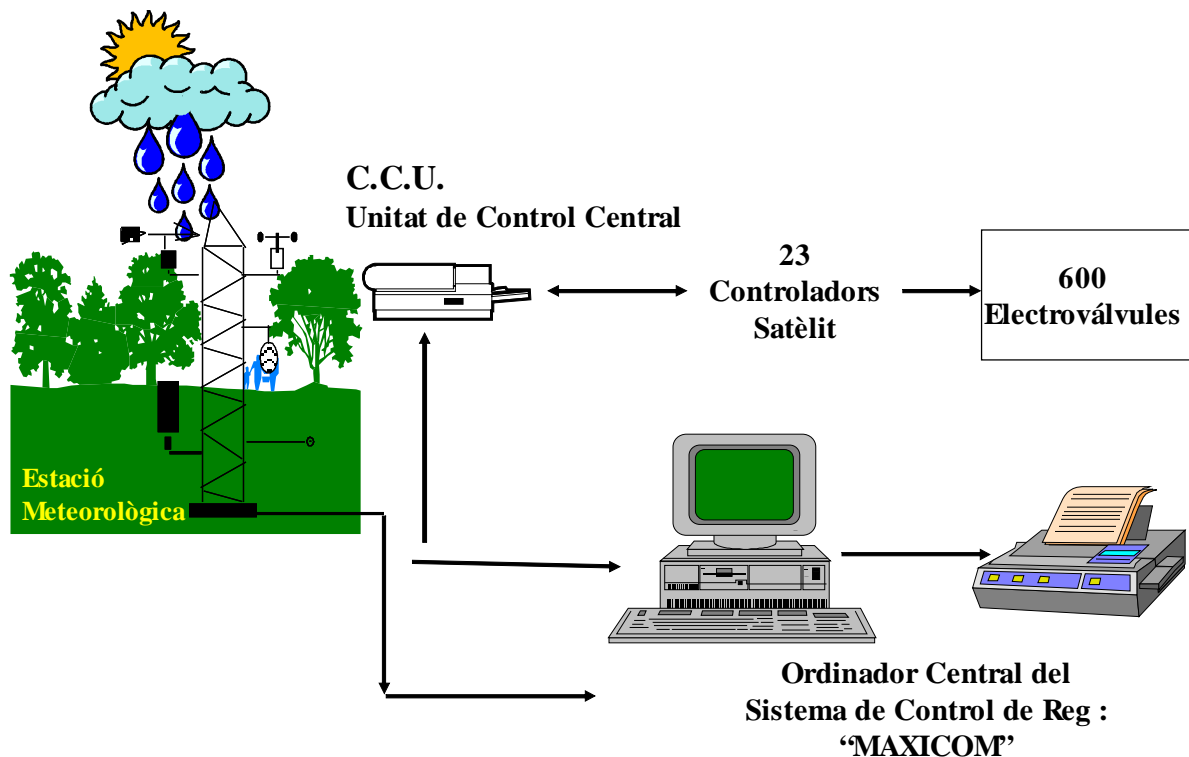


Figura 2. Esquema del funcionamiento del sistema de riego de PortAventura.

## **PRECIO**

Conviene mencionar de paso las condiciones económicas que comporta, en el caso expuesto, el riego mediante agua reciclada. Como ya se ha comentado, la construcción de la EDAR fue sufragada por la Generalitat a través del ACA, pero Portaventura acordó unas tarifas del agua que contemplaban una parte fija en concepto de amortización del terciario, y una parte variable que recogía los gastos de explotación del mismo: energía, mantenimiento, operación, analítica, consumibles, etc. El ACA, dentro de su política de tasas o cánones, creyó oportuno aplicar al agua de riego el canon específico y el general, igual que en el agua potable de consumo humano, aunque tan sólo cuando el total del agua de riego utilizada no supera el 50% del total del agua consumida en la actividad. PortAventura presentó un recurso contra esta decisión, ya que considera la frontera del 50% aleatoria, sin ningún fundamento, también porque de esta forma no se fomenta el ahorro del agua ni que sea regenerada y finalmente porque el agua objeto de la tasa ya ha pagado la misma tasa en su primer uso como agua potable. El recurso se encuentra actualmente en trámite, pero cabe apuntar que mediante el Decreto 47/2005 de 22 de marzo<sup>3</sup>, el ACA ya ha reconsiderado su postura y el canon general ya no es de aplicación exceptuando casos muy concretos de pequeños consumidores.

## **CONCLUSIONES**

La utilización para el riego que del agua regenerada procedente de las aguas residuales de las cuencas urbanas de Vila-seca, Salou y el propio CRT, que se está haciendo en PortAventura desde hace 10 años no puede ser más favorable; acordada su calidad y una vez definidos y construidos los mecanismos de control de la misma, se dispone de una fuente de gran fiabilidad que ha permitido incrementar la gran calidad que los jardines tenían en origen. El hecho de que el agua no esté ya sujeta al canon general es algo que hace que su coste sea ventajoso respecto al agua potable. La sequía que este año sufren España y la Europa meridional y que inciertos cambios climáticos pueden agravar en un futuro, obligan a pensar que no sólo el uso de agua regenerada en agricultura sino en otras aplicaciones serán una exigencia social y conviene que el mundo empresarial y académico trabajen a fondo en ello para que sea una realidad.

## **REFERENCIAS LEGISLATIVAS**

- 1) Ley 2/1989 de 16 de febrero, sobre centros recreativos y turísticos. DOGC 1109 del 20.2.1989
- 2) Decreto 152/1989 de 23 de junio, por el cual se aprueba la instalación de un centro recreativo y turístico en Vila-seca y Salou. DOGC 1164 del 5.7.1989
- 3) Decreto 47/2005, de 22 de marzo, de modificación del Decreto 103/2000, de 6 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de los tributos gestionados por la Agencia Catalana del Agua. DOGC 4350 del 24.3.2005

## **BIBLIOGRAFIA**

Mujeriego, R. (1990). Riego con Agua Residual Municipal Regenerada. Manual Práctico. Universidad Politècnica de Catalunya, Barcelona.