

## *Comunicación Técnica*

### **Actuaciones del Programa A.G.U.A. para el desarrollo sostenible de L'Albufera de Valencia**

**Autor principal:** Enrique Cifres Giménez

Institución: ACUAMED

Teléfono: 963391722

E-mail: [ecifres@acuamed.com](mailto:ecifres@acuamed.com)

**Otros autores:** Miguel Mondría García, Fernando Juan Ferruses

## RESUMEN

L'Albufera de Valencia, de incalculable valor ambiental, ha sufrido una severa degradación producto de la presión del desarrollo urbano e industrial del área metropolitana de Valencia. De la redacción del Estudio para el Desarrollo Sostenible de L'Albufera, promovido por el Ministerio de Medio Ambiente y dirigido por la Confederación Hidrográfica del Júcar, y tras un proceso de participación, enfocado desde el punto de vista científico, con la colaboración de un amplio panel de expertos de carácter multidisciplinar, se derivó una propuesta ambiciosa y amplia de medidas tanto estructurales como no estructurales con el objeto de regenerar las condiciones ambientales de un paraje de indudable valor ecológico y social. Este estudio constituye una pieza de extraordinario valor, tanto por su alcance técnico, como por constituirse en una referencia para la gestión futura.

El programa A.G.U.A.: Albufera contiene como objetivo prioritario la implementación de las medidas prioritarias en ese objetivo, habiéndose encomendado a la Sociedad Estatal ACUAMED parte de su ejecución. Estas medidas van principalmente dirigidas a prevenir la entrada de polución al lago, y entre las que se incluye tratamientos de efluentes de las depuradoras del perímetro del parque, mediante filtros verdes con el doble objetivo de reducción de nutrientes por debajo de umbrales muy exigentes, así como la renaturalización de las aguas.

### 1. INTRODUCCIÓN

L'Albufera de Valencia, Parque Natural y sitio RAMSAR, entre otros títulos, es el fruto de la interacción durante siglos entre el hombre y la naturaleza. El desarrollo del regadío, con aportación de aguas dulces del Júcar, y el control artificial de su desagüe, convirtió en una laguna lo que había devenido en una albufera salobre por la dinámica meramente geomorfológica. El carácter híbrido de su origen no resta en modo alguno valor a este entorno único. Su patrimonio etnológico y natural conforma ese valor singular, visible en la memoria de los valencianos de más de cuarenta años de edad.

El desarrollo urbano e industrial, coadyuvado por otros factores colaterales, ha ejercido, sobre todo a partir de la década de los 70, una presión agónica sobre su equilibrio.

L'Albufera de Valencia está muy lejos de su buen estado ecológico bajo cualquier punto de vista. El lago es un sistema hipertrófico como consecuencia de entradas excesivas de materia orgánica alóctona y nutrientes inorgánicos. El zooplancton es reducido comparado con la gran cantidad de fitoplancton y se ha perdido completamente la vegetación sumergida, elemento clave para el buen funcionamiento y regulación del sistema. Hay que añadir a ello la pobreza de la fauna bética y de la asociada a las plantas así como la desaparición o drástica reducción en el lago de especies de gran importancia ecológica. L'Albufera está gravemente enferma.

La Directiva Marco del Agua obliga a los Estados miembros a recuperar el buen estado ecológico de sus aguas. Esto es así para todas las masas de agua que integran el Parque Natural de L'Albufera de Valencia pero, especialmente, para el gran lago central, su espacio más emblemático.

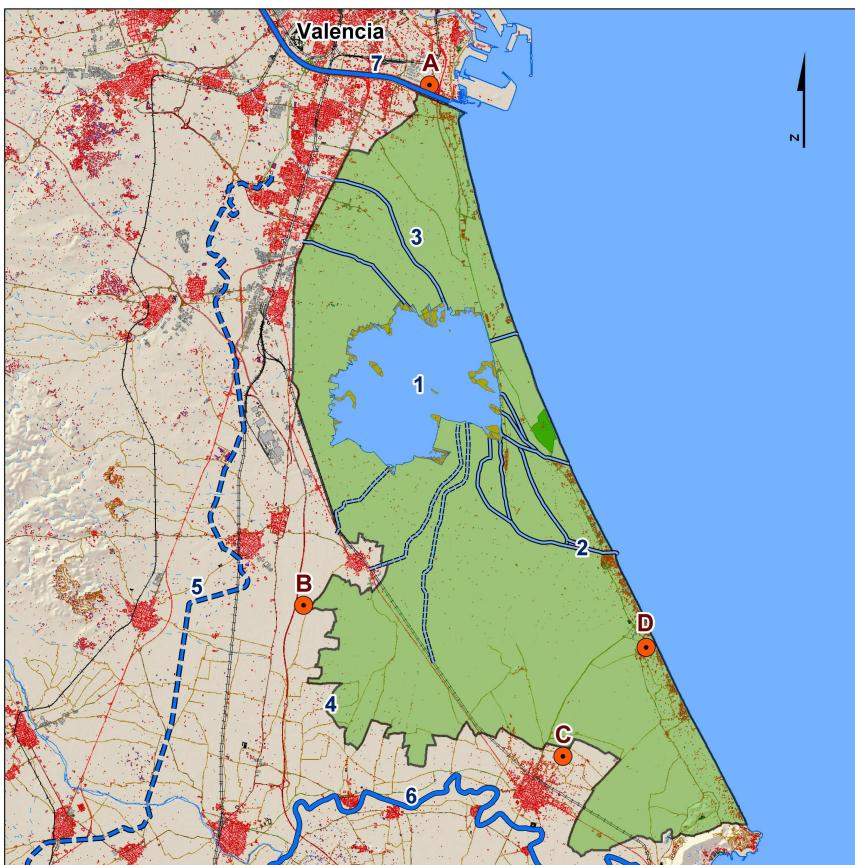


Figura 1: Esquema de L'Albufera de Valencia: [1] lago de L'Albufera, [2] Estany de la Plana y Gola (canal de salida) de El Perelló, [3] barranco del Poyo, [4] límites del Parque Natural, [5] acequia Real del Júcar, [6] río Júcar, [7] río Turia, [A] EDAR de Pinedo, [B] EDAR de Albufera Sur, [C] EDAR de Sueca, [D] EDAR de El Marenys.

No es pues objetivo suficiente mantener el ecosistema actual. Se necesita un planteamiento más ambicioso para rehabilitar L'Albufera. Pero para empezar este concepto no es sencillo. ¿Cuál es el buen estado ecológico de L'Albufera? No es fácil definir *ecotipos* para humedales mediterráneos. Pero además los valores específicos de L'Albufera, derivados de su relación ancestral con el hombre, dificultan el encontrar referencias válidas, un modelo al que imitar. El punto de partida consistió en reunir a un amplio panel de expertos para una mantener una jornada de debate que se celebró en la *Universitat de València* el 22 de noviembre de 2003. Las conclusiones de dicho debate (CHJ, 2004a) pudieron articularse al hilo de una afirmación que no fue cuestionada:

*"La calidad ecológica del sistema en los años sesenta constituye un modelo a alcanzar".*

A lo que se añadió un condicionante pragmático:

*"No es viable reproducir íntegramente el funcionamiento hídrico del sistema de los años sesenta, si bien la calidad biológica debe ser referida a un máximo potencial ecológico del sistema".*

Pudo entonces concluirse que, en este sentido, el escenario sostenible de L'Albufera sería un escenario nuevo que, en primer lugar, habría que definir. Algunos aspectos debían ser contemplados en esta definición:

- Agua clara y sedimento superficial oxigenado

- Fitoplancton típico de las lagunas costeras. Concentraciones de clorofila correspondientes a ecosistemas acuáticos *meso-eutróficos*.
- Zooplancton filtrador integrado por especies de tamaño grande, dominado estacionalmente por cladóceros.
- Regeneración de la vegetación palustre y sumergida con su fauna invertebrada asociada:
- Recuperación de las poblaciones de diversos invertebrados como *les gambetes* que eran incluso objeto de comercio en el pasado.
- Benthos propio de las lagunas costeras con amplio desarrollo de la vegetación sumergida. Especies propias de lagunas similares.
- Flujo y renovación del agua adecuados para la salud ecológica del ecosistema. Garantía de aportes hídricos suficientes y de buena calidad, no sólo para controlar la eutrofización, sino también la salinización.
- Diversidad biológica. Mantenimiento de los reservorios de biodiversidad como, por ejemplo, los *ullals*.
- Tasas de sedimentación en el lago sostenibles como consecuencia del control y reducción de los procesos de contaminación, erosión, transporte y sedimentación
- Mantenimiento del cultivo del arroz mediante prácticas sostenibles y de la polivalencia de las estructuras de riego (inundación-drenaje) como herramienta para contrarrestar el efecto de organismos acuáticos invasores, que pueden ser mejor controlados en los momentos de desecación del marjal.
- Riqueza de la fauna vertebrada de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.
- Recuperación de especies características de L'Albufera, algunas de ellas endémicas del Levante español e incluidas en el catálogo de especies protegidas como, por ejemplo, algunas especies de crustáceos, moluscos y peces ciprinodóntidos
- Mejora del recurso pesquero de L'Albufera, con poblaciones de lubinas y anguilas, en proporciones razonables y equilibradas junto con las de *llises* o mújoles.
- Buen estado de las formaciones riparias en los cauces de la cuenca de drenaje y del entorno: vegetación natural de ribera en los cauces y márgenes inundables de los barrancos, minimizando las obras de canalización

## 2. UN MODELO CONCEPTUAL AMBIENTAL

La Confederación Hidrográfica del Júcar, con la financiación del Ministerio de Medio Ambiente, dirigió el desarrollo del “*Estudio para el desarrollo sostenible de la Albufera de Valencia*” (CHJ, 2004c), a fin de diagnosticar, estudiar y proponer las acciones a acometer, desde el punto de vista hídrico, para tratar de alcanzar estos objetivos.

Enunciado el problema y descrito cualitativamente el escenario objetivo, el siguiente paso consistió en caracterizar aquél de forma precisa mediante una serie de indicadores cuantificables que permitan explicar los procesos y cambios esenciales del sistema. El conjunto de descriptores e interrelaciones determinantes y sus correspondientes indicadores constituyen el modelo conceptual medioambiental.

La Directiva Marco del Agua promueve la mejora de la calidad ecológica del agua que se expresa en parámetros como calidad físico-química, fitoplancton, macro-invertebrados bénicos, vida piscícola, macrófitos o vegetación de ribera. Pareció lógico que el modelo conceptual ambiental prestara una especial atención a los aspectos relacionados con la calidad ecológica de las aguas. La importancia ecológica del Parque Natural de L’Albufera, sin embargo, es mucho más amplia, por lo que el modelo consideró también aspectos socioculturales y económicos. En una primera aproximación, a partir de la definición de los descriptores e interrelaciones más significativos del sistema se esbozó (CHJ, 2004b) una selección de once indicadores, compuestos por diversos subindicadores, que se organizaron en tres grupos: Valores naturales, Socioeconomía y Ordenación del territorio.

De forma simplificada se ha asumido como objetivo clave la reversión del estado actual de dominancia del fitoplancton a un estado con dominancia de la vegetación sumergida en el lago central, estableciéndose así como un sub-indicador de referencia la concentración media de clorofila-a en el lago. Se propuso adoptar, como criterio de clasificación con carácter provisional, los valores umbral resultado del programa de investigación financiado por la Comisión Europea ECOFRAME (Moss *et al.*, 2003) para el ecotipo 21 (Tabla 1).

Tabla 1: Propuesta provisional de clasificación para la Clorofila-a media en el lago de L’Albufera

Valor numérico de Clorofila-a. Media anual ( $\mu\text{g/l}$ )	Propuesta provisional de clasificación del estado ecológico para la biomasa del fitoplancton
< 10	Muy bueno ( <i>High</i> )
11-20	Bueno ( <i>Good</i> )
21-30	Aceptable ( <i>Moderate</i> )
31-50	Deficiente ( <i>Poor</i> )
> 51	Malo ( <i>Bad</i> )

### 3. HERRAMIENTAS PARA LA CONTINUACIÓN: MODELOS CUANTITATIVOS PARCIALES DE PREDICCIÓN

En el camino para la rehabilitación de L'Albufera deben analizarse muchos factores complejos e interrelacionados y en absoluto todos ellos son susceptibles de ser simulados con un ordenador. Pero los modelos matemáticos pueden ayudar en la comprensión de los procesos y en la toma de decisiones. Para guiar el plan de acción hasta alcanzar el escenario objetivo se consideró necesario contar con herramientas de predicción basadas en el uso acoplado de modelos matemáticos soportados por programas informáticos robustos, con suficientes experiencias previas de uso y con una comunidad de usuarios estable.

Estos modelos fueron construidos, calibrados y validados, en diferentes líneas de trabajo en el marco del referido “Estudio para el Desarrollo Sostenible de L'Albufera de Valencia” (CHJ, 2004c).

La simulación de la calidad del agua en sistemas naturales exige un conocimiento lo más exhaustivo posible de las fuentes, tanto difusas como puntuales, de contaminantes y de su evolución temporal. Las principales dificultades consistieron en la escasez de datos de campo correspondientes a la calidad de las aguas de las acequias que acceden al lago, en la falta de datos reales sobre caudales que circulan a través de estas acequias, y en las numerosas incertidumbres relacionadas con los aportes de aguas residuales urbanas e industriales.



Figura 2. Ejemplo de simulación en calidad de aguas 2D. Concentración simulada de clorofila-a ( $\mu\text{g/l}$ ) en el lago de la Albufera a las 12:00 el 17 de octubre de 1995 (dcha.) Flujo de resuspensión ( $\text{g/m}^2\text{·día}$ ) el 29 de diciembre de 1996 (izq.)

La metodología se basó en asignar unos patrones-tipo de calidad de aguas para los diversos aportes hídricos. Los resultados estimados para cada acequia coincidieron muy razonablemente con los experimentales de los años ochenta en adelante, por lo que se pudo calcular la evolución histórica, remontando hasta el año 1970, de la entrada de contaminantes al lago.

Finalmente se construyó, calibró y validó un modelo de calidad de aguas bidimensional basado en el programa de simulación Sobek conectado a la biblioteca de procesos Delwaq (Postma *et al*, 2003). Esta actividad fue concebida como una herramienta para el estudio de la evolución a medio y largo plazo de la calidad de aguas en el lago y para mejorar la comprensión de los procesos biológicos y físico-químicos en el ecosistema acuático. La implantación de una red de monitorización y control, recientemente iniciada por la Confederación Hidrográfica del Júcar, permitirá la mejora futura del modelo.

#### 4. EL PLAN DE ACCIÓN. EL PROGRAMA A.G.U.A. ALBUFERA

A partir de este punto, el conocimiento alcanzado permitió abordar la elaboración de un Plan de Acción que fue esbozado con los siguientes programas:

- Programa 0: Coordinación e investigación
- Programa 1: Rehabilitación del lago
- Programa 2: Control de los procesos de aterramiento
- Programa 3: Regeneración paisajística y ambiental del Parque Natural de L'Albufera de Valencia

El Programa 1 recoge el núcleo de las actuaciones. Es el objetivo principal revertir los efectos de la crisis de contaminación de los setenta para pasar de un estado estable dominado por el fitoplancton a otro estado también estable con dominancia de la vegetación acuática. Para ello no hay muchas dudas de que, en el caso de L'Albufera, la reducción de las cargas de nutrientes mediante actuaciones de saneamiento y depuración deben constituir actividades prioritarias. Por otra parte, para asegurar flujos de agua adecuados algunos aspectos son esenciales:

- El vínculo umbilical de L'Albufera con el río Júcar a través de la Acequia Real debe mantenerse y potenciarse tanto por motivos ecológicos como por coherencia histórica y cultural.
- La reutilización de aguas depuradas en las zonas regables del entorno de L'Albufera puede establecer las bases que permitan reconducir los aportes de nutrientes hacia la biomasa del regadío evitando su entrada en el lago.

Estas actuaciones recogen la necesidad de aportar agua limpia a L'Albufera, resaltan el carácter imprescindible de subsanar las deficiencias en las infraestructuras de saneamiento y depuración, el control de los procesos de aterramientos al lago y la necesidad de implantar una red de estaciones de control biológico, físico-químico e hidromorfológico extendida a la totalidad de los ecosistemas del Parque Natural en relación con el cumplimiento de la Directiva Marco del Agua.

Las actuaciones prioritarias del programa 1 fueron incluidas en el Programa **A.G.U.A Albufera** presentado el 23 de noviembre de 2004 en Valencia con un presupuesto de 205 Millones de euros. Un subgrupo de estas actuaciones tiene un carácter inmediato y forman parte de las Actuaciones Prioritarias y Urgentes del anexo IV de la Ley 11/2005.

#### 5. LAS ACTUACIONES EN CURSO POR ACUAMED

De entre las actuaciones incluidas en el Plan de Acción Inmediata, el Ministerio de Medio Ambiente ha encomendado a la sociedad estatal Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.A. (ACUAMED) el desarrollo de las siguientes actuaciones:

- Reutilización de aguas residuales de la EDAR de Sueca y ampliación de la capacidad de depuración de agua en Sueca.
- Reutilización de las aguas residuales depuradas de la Albufera Sur.

- Reordenación de la infraestructura hidráulica de la huerta y red de saneamiento del área metropolitana de Valencia.

Se añade a éstas una actuación que se encuentra muy estrechamente vinculada:

- Ordenación y terminación de la reutilización de aguas residuales de la planta de Pinedo.

igualmente incluida en el citado anexo de la Ley.

Estas actuaciones, pues, no son fruto de la improvisación, sino que se enmarcan en una estrategia científicamente basada y que constituye el hilo conductor de los proyectos, ya redactados, que han de desarrollarlas.

En los epígrafes que siguen se describen brevemente dichas actuaciones subrayándose sus principales efectos sobre el sistema hídrico de L'Albufera, que esencialmente consisten en la prevención de la entrada de nutrientes al lago (figura 3).

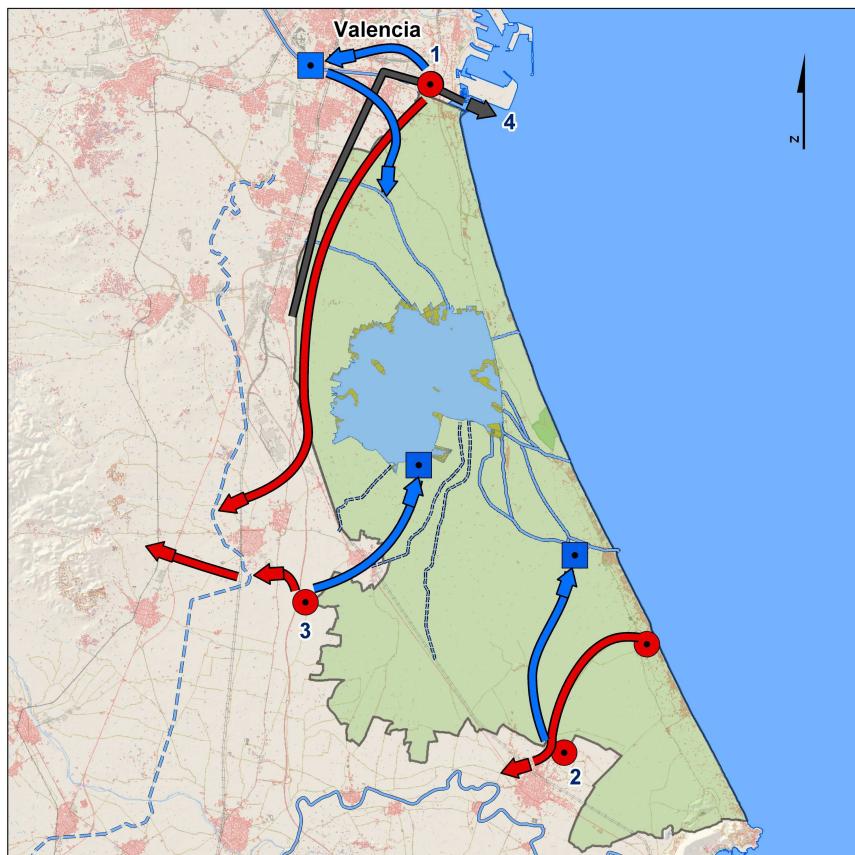


Figura 3: Esquema conceptual de las actuaciones de ACUAMED. En rojo, las infraestructuras para reutilización agrícola; en azul las infraestructuras de reutilización ecológica; en gris oscuro el sistema de depósitos de retención a lo largo del colector

Oeste. [1] Ordenación y terminación de la reutilización de aguas residuales de la planta de Pinedo, [2] Reutilización de aguas residuales de la E.D.A.R. de Sueca y ampliación de la capacidad de depuración de agua en Sueca, [3] Reutilización de las aguas residuales depuradas de Albufera Sur, [4] Reordenación de la infraestructura hidráulica de la huerta y red de saneamiento del área metropolitana de Valencia: Nuevo Colector Oeste y obras complementarias. En azul se representan las agua aptas para su incorporación al lago; en rojo las aguas con tratamiento terciario pero no incorporables, y en negro las aguas residuales no tratadas y primeras pluviales tratadas.

### **5.1. Ordenación y terminación de la reutilización de aguas residuales de la planta de Pinedo**

La E.D.A.R. de Pinedo, constituye el principal elemento del saneamiento y depuración del área metropolitana de Valencia, capaz en la actualidad de tratar un volumen en el entorno de los 120 Hm<sup>3</sup>/año. El aprovechamiento de estas aguas depuradas constituye un objetivo clave en la planificación hidrológica de la cuenca.

La Generalitat Valenciana ha implantado recientemente el tratamiento terciario del efluente, incorporando, además, dispositivos físico-químicos para la reducción de nutrientes para parte del caudal. La reciente entrada en servicio de estos tratamientos ha permitido constatar concentraciones de fósforo por debajo de las exigencias a priori en este tipo de instalaciones (1,0 mg/l), alcanzando, mediante estas técnicas, valores de incluso la mitad. Como se ha referido con anterioridad, las exigencias de carga de nutrientes inorgánicos, para la incorporación de caudales al lago, compatibles con los objetivos de reducción progresiva del carácter trófico del mismo, obligan a tratar de reducir más, si cabe, estos ratios.

La actuación proyectada por ACUAMED consiste en:

1.- Las infraestructuras necesarias para aprovechar hasta 1 m<sup>3</sup>/s de los efluentes de Pinedo para usos ecológicos, previa reducción de nutrientes y renaturalización en un filtro verde (18 ha.) a implantar en el nuevo cauce del Turia, permitiendo, a su vez, la conexión biológica entre los ecosistemas del río Turia y el propio lago, favoreciendo el mantenimiento de la biodiversidad, objetivo no alcanzable mediante la aportación directa. Tras una estación de control de calidad a la salida del citado filtro, se proyecta la conducción de estas aguas, en caso de aptitud, a la rambla del Poyo, afluente al lago de Albufera, para su incorporación a éste.

2.- Para el resto de caudales (hasta 3 m<sup>3</sup>/s) se prevé su reutilización en las zonas regables de la Acequia Real del Júcar y del Canal Júcar-Turia, preferentemente en cítricos y excluyendo los arrozales. A este fin se proyectan las conducciones denominadas Catarroja-Benifaió (17 km) y CJT-tomas (7,5 km) así como dos estaciones de impulsión (Catarroja, ARJ).

### **5.2. Reutilización de aguas residuales de la EDAR de Sueca y ampliación de la capacidad de depuración de agua en Sueca**

La E.D.A.R. de Sueca cuenta con una instalación recientemente inaugurada de tratamiento terciario. Las actuaciones propuestas en materia de saneamiento incluyen la intercepción y desconexión de vertidos la ejecución de un nuevo colector general Sur así como la renovación del colector general de las urbanizaciones litorales. La ampliación de la E.D.A.R. de Sueca, incluyendo su terciario, permitirá aumentar su capacidad un 50% hasta los 18.000 m<sup>3</sup>/día con lo que se hará posible el tratamiento de las aguas residuales

de los núcleos urbanos costeros. Las infraestructuras de reutilización permitirán mejorar la gestión hídrica al situar en cabecera del sistema de riego los efluentes depurados con las condiciones adecuadas de calidad. Se ha previsto que, para los períodos en que no existiese demanda agrícola, los efluentes podrán ser derivados hacia el Parque Natural previa reducción de nutrientes y renaturalización igualmente un filtro verde.

Los efectos sobre el sistema hídrico pueden resumirse en:

- Una reducción significativa, aunque de difícil cuantificación, de los vertidos urbanos e industriales incontrolados a la red de acequias, tanto en períodos secos como en episodios de lluvia.
- Una modificación del esquema de reutilización proporcionándose infraestructuras flexibles para permitir la asignación, bien a usos agrícolas, a través de la acequia *Major de Sueca o Séquial*, bien a usos ecológicos, previa renaturalización en el filtro verde del entorno del *Estany de la Plana* (ver figuras 1 y 3).
- La creación de nuevas masas de agua, de indudable interés ecológico, en el filtro verde.
- Un incremento en los volúmenes de agua disponibles, con calidad adecuada para su uso, en cabecera del sistema.

### 5.3. Reutilización de las aguas residuales depuradas de la Albufera Sur

El planteamiento es similar al anterior con la diferencia esencial de que no se actúa sobre la capacidad de la planta pero sí que se incluye un nuevo tratamiento terciario, del cual carece la E.D.A.R. de Albufera Sur actualmente, con el fin de proceder a un mayor grado de depuración, centrado en el descenso de las concentraciones de nutrientes y la desinfección.

Los efluentes serán bombeados hacia el noroeste de la E.D.A.R., para su reutilización en cultivos de cítricos y huerta a través de la acequia del *Molí Vell*. Se ha incluido una pequeña balsa de regulación diaria de 17.000 m<sup>3</sup> lo que equivaldría al 50% de la capacidad de depuración de la planta. También el proyecto incluye un filtro verde para el tratamiento último de los caudales que no pudieran ser absorbidos por la demanda agrícola y acabasen llegando al lago de L'Albufera. La selección del emplazamiento óptimo para la ubicación no solo se ha basado en los requerimientos de depuración, sino también en los valores ambientales del entorno y en la necesidad de constituir una unidad de gestión hídrica aislada que permita la autonomía de esta superficie respecto a los arrozales circundantes. La naturaleza integrada del filtro verde ha quedado recogida en los estudios de detalle destinados a que la solución adoptada, no sólo minimice los impactos, sino que pueda contribuir a una mejora paisajística y ecológica de su entorno. Su diseño, que evoca el funcionamiento de los antiguos *tancats* (Roselló, 1995), asegura un funcionamiento y mantenimiento respetuoso con el medio circundante: su composición taxonómica y su estructura buscan la recuperación de los sistemas béticos oligotróficos que dominaban en los años 60 en el entorno de L'Albufera, la integración paisajística con los hábitats protegidos de su entorno y la creación del hábitat que, además de romper con la homogeneidad de los arrozales, sirva de vínculo con el ambiente lacustre del lago central.



Figura 4: Esquema del proyecto de filtro verde de Albufera Sur: [I] humedal artificial de flujo subsuperficial (4,5 ha), [II] humedal artificial de flujo superficial (18 ha), [III] lagunas con caráceas (10 ha).

#### 5.4. Reordenación de la infraestructura hidráulica de la huerta y red de saneamiento del área metropolitana de Valencia

El continuo urbano que se extiende entre Valencia y Silla al Oeste del Parque Natural (figura 1) no cuenta, al menos de manera suficiente, con redes separativas, sirviendo la red de acequias, como red de drenaje parcial de las aguas pluviales de origen urbano e industrial de las zonas que atraviesa.

La infraestructura principal de saneamiento, el denominado colector Oeste, es capaz de transportar las aguas negras generadas pero no las pluviales urbanas. La solución proyectada centra sus objetivos en reducir en lo posible las cargas contaminantes aliviadas hacia L'Albufera, en especial las correspondientes a las primeras escorrentías tras las lluvias, que arrastran la mayor parte de la polución acumulada en el medio drenado.

No hay que confundir este objetivo con la resolución de los problemas de inundabilidad y drenaje urbano de las poblaciones de L'Horta Sud.

La solución propuesta está basada en la construcción de ocho depósitos de retención con estación depuradora de aguas pluviales asociada, la implantación de un segundo Colector Oeste (II) y en la optimización de las infraestructuras existentes.

La filosofía es la creación de un sistema sucedáneo de la red separativa, mediante las estructuras de control (EDAP y depósitos con función activa), que permita discriminar los destinos de las aguas negras, primeras pluviales y resto de pluviales a través del Colector Oeste (I), Colector Oeste (II) y red natural de drenaje respectivamente.

En ulteriores actuaciones se podría abordar la mejora de otras deficiencias en la infraestructura de saneamiento de la cuenca vertiente; no obstante, lo proyectado da solución a la gran parte de aportaciones de polución.

Así pues, el principal efecto de las infraestructuras proyectadas será la reducción en las cargas de nutrientes y otros contaminantes sobre el lago de L'Albufera gracias a la intercepción de aportes contaminados y a la separación de las infraestructuras de riego y saneamiento. De forma cualitativa la influencia de las nuevas infraestructuras sobre el sistema hídrico puede resumirse en:

- La ordenación del destino de las aguas en función de sus características: los aportes incontrolados de aguas residuales son interceptadas y transportadas a la E.D.A.R. de Pinedo; las primeras pluviales, al azarbe de margen derecha del Turia (azarbe de *El Ribàs*) tras su depuración. Debe subrayarse el hecho de que estos puntos de destino son los previstos en la planificación hidráulica vigente no existiendo ninguna modificación en la esencia del sistema.
- Las primeras aguas pluviales son siempre tratadas mediante estaciones depuradoras de aguas pluviales adosadas a los depósitos de retención previamente a su vertido/vaciado.
- Las infraestructuras de riego de la acequia de *Favara* quedan definitivamente desconectadas de los núcleos urbanos e industriales.

## 6. EFICACIA GLOBAL DEL SISTEMA DE DEPÓSITOS DE RETENCIÓN

Durante la fase de redacción de proyecto se construyó un modelo matemático del drenaje urbano del sistema del colector Oeste. Para cada uno de los depósitos propuestos se evaluó el volumen de escorrentía generado por cada episodio de la serie de lluvias disponible y los vertidos producidos. Debe señalarse que, en puridad y con el sistema propuesto, los volúmenes de agua descritos como "vertidos" o "alivios" serían más bien volúmenes "no captados".

De este modo se obtuvo un promedio anual de vertidos, tanto en la situación actual de la cuenca como en un escenario futura que prevé un mayor desarrollo urbanístico. El análisis de la serie histórica permitió deducir, que en promedio, se producen 68 eventos de lluvia al año, de los cuales una media de 9 producen escorrentía en la situación actual. En la tabla de resultados se aprecia que los depósitos reducirían notablemente este número a entre 2 y 5 vertidos anuales. Del mismo modo, en la situación futura, de los 68 eventos de lluvia al año, una media de 16 producen escorrentía, y los depósitos reducirían los vertidos a entre 4 y 8 al año. Debe añadirse el hecho de que para los episodios que provocan escorrentías superiores a la capacidad del sistema y que provocan vertidos (o volúmenes no captados) siempre se retiene la proporción más contaminante del evento.

Estos resultados comparados, que traducen una primera medida de la eficacia del sistema, se resumen en la tabla final siguiente:

Tabla 2. Número medio de alivios anuales hacia el Parque Natural de L'Albufera

DEPÓSITO	Alivios SIN depósitos en la hipótesis de situación ACTUAL de la cuenca	Alivios CON depósitos en la hipótesis de situación ACTUAL de la cuenca	Alivios SIN depósitos en el escenario FUTURO de mayor desarrollo urbanístico de la cuenca	Alivios CON depósitos en el escenario FUTURO de mayor desarrollo urbanístico de la cuenca
D1	9	5	16	8
D2	9	4	16	7
D3	9	2	16	4
D4	9	3	16	6
D5	9	2	16	3
D6	9	4	16	7
D7	9	2	16	4
D8	9	2	16	4

## 7. CUANTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS ACTUACIONES DEL PROGRAMA AGUA SOBRE EL ESTADO ECOLÓGICO DEL LAGO DE L'ALBUFERA

Resulta muy claro que una línea de acción clave en la estrategia para la rehabilitación de las masas de agua del Parque Natural de L'Albufera de Valencia debe ser la reducción de nutrientes, especialmente el fósforo. De este modo, se pasa de un objetivo complejo, la rehabilitación de los ecosistemas en el Parque Natural, a una esquematización simplificadora a la vez que sintetizadora, que permite cuantificar los procesos.

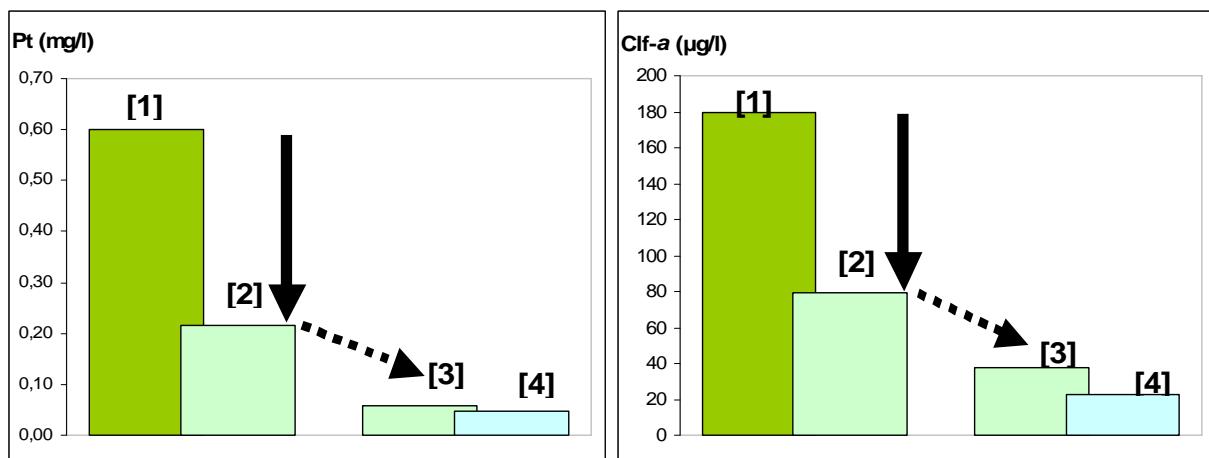


Figura 5: Estimación de la evolución de las concentraciones medias de fósforo total de los aportes hídricos (dcha.) y la concentración media de clorofila a en el lago de L'Albufera (izqda.). Queda reflejada la situación actual estimada para el año 2000-2001 [1], el

escenario intermedio tras las actuaciones en curso por ACUAMED [2] y los escenarios objetivo [3] y [4] a medio plazo (estados aceptable y bueno según ECOFRAME).

Las actuaciones proyectadas tendrán una contribución relevante a tal objetivo. Se ha analizado los resultados esperables, especialmente en lo relativo a la reducción de nutrientes aplicando la metodología descrita al principio de este artículo. En la figura 5 se han representado los resultados que proporciona el modelo tras la introducción de las actuaciones del Plan de Acción Inmediata del Programa AGUA: Albufera.

Es notoria la influencia a corto plazo de las actuaciones referidas en el presente artículo, constitutivas del programa AGUA: Albufera, que complementadas con el resto del Plan de Acción, han de conducir a la restauración del ecosistema.

## 8. CONCLUSIONES

Las actuaciones en materia de reutilización pueden permitir que se deriven hacia las zonas regables del entorno de L'Albufera de aguas depuradas con excelentes garantías de suministro y calidad. Las actuaciones en materia de mejora de las infraestructuras de saneamiento y depuración contribuirán a una reducción efectiva de las cargas de nutrientes sobre el Parque Natural.

Puede apreciarse entonces que el desarrollo de estas actuaciones debe permitir el establecimiento de condiciones adecuadas para, que junto con los aportes hídricos de origen fluvial de gran calidad, proporcionen los resultados ambientales esperables y alcanzar los escenarios objetivo. Ahora bien, revertir un estado de dominancia del fitoplancton es una tarea muy compleja (Moss, Madwick & Phillips, 1996).

Los resultados de este artículo se han basado en los estudios realizados, mediante la utilización responsable de las mejores herramientas de simulación disponibles. Subsisten aun así incertidumbres relevantes para su aplicación a ecosistemas vivos y complejos, que sin duda irán pudiéndose abordar desde un punto de vista práctico conforme las redes de monitorización de datos mejores y la ingeniería vaya incorporando los avances científicos que el futuro próximo nos ha de proveer.

## Referencias bibliográficas

- (1) Confederación Hidrográfica del Júcar, (2004a). Documento de Conclusiones en el Estudio para el Desarrollo Sostenible de L'Albufera de Valencia. 1-24.
- (2) Confederación Hidrográfica del Júcar, (2004b). Modelo Conceptual Medioambiental en el Estudio para el Desarrollo Sostenible de L'Albufera de Valencia. Disponible en [http://www.albufera.com.es/01\\_WEB\\_ED/01\\_AV\\_DSAV/04\\_GA/01\\_MC/Modelo\\_conceptual.htm](http://www.albufera.com.es/01_WEB_ED/01_AV_DSAV/04_GA/01_MC/Modelo_conceptual.htm).
- (3) Moss, B.; Stephen, D.; Álvarez, C.; Becares, E.; Van de Bund, W.; Collings, S. E.; Van Donk, E.; De Eyto, E.; Feldmann, T.; Fernández-Aláez, C.; Fernández-Aláez, M.; Franken, R. J.; García-Criado, F.; Gross E. M.; Gyllström, M.; Hansson, L. A.; Irvine, K.; Järvalt, A.; Jensen, J. P.; Jeppesen, E.; Kairesalo, T.; Kornijow, R.; Krause, T.; Künnap, H.; Laas, A.; Lill, E.; Lorens, B.; Luup, H.; Miracle, R. M.; Noges, P.; Noges, T.; Nykänen, M.; Ott, I.; Peczula, W.; Peeters, E.; Phillips, G.; Romo, S.; Russell, V.; Salujoe, J.; Scheffer, M.; Siewertsen, K.; Smal, H.; Tesch, C.; Timm, H.; Tuvikene, L.; Tonno, I.; Virro, T.; Vicente, E. & Wilson, D. (2003). The determination of ecological status in shallow lakes – a tested system (ECOFRA) for implementation of the European Water Framework Directive, Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 13: 507-549.
- (4) Confederación Hidrográfica del Júcar, (2004c). Síntesis de los estudios técnicos en el Estudio para el Desarrollo Sostenible de L'Albufera de Valencia. 1-83.
- (5) Postma, L.; Boderie, P. M. A.; Gils, J. A. G. van, BEEK, J. K. L. van (2003). Component Software Systems for Surface Water Simulation. ICCS 2003, LCNS 2657; Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1): 649:658.
- (6) Roselló, V.M. (1995). L'Albufera de Valencia. Publicacions de l'Abadia de Montserrat, S.A., Barcelona. 123-132.
- (7) Confederación Hidrográfica del Júcar, (2004d). Informe para la Comisión Europea sobre la conducción Júcar-Vinalopó Comunidad Valenciana (España). 76-85.
- (8) Moss, B.; Madwick, J. & Phillips, G. (1996). A guide to the restoration of nutrient-enriched shallow lakes, W.W. Hawes, Reino Unido. 1-180.