

Problemática en la reutilización: calidad del agua y su variación en el traslado y almacenamiento

Inmaculada Romero
 Subdirectora del Instituto Universitario de
 Investigación de Ingeniería del Agua y Medio
 Ambiente de la Universitat Politècnica de València
 inrogi@dihma.upv.es



Se hace necesario reutilizar el agua regenerada, generando “agua a la carta” en función del uso que se pretenda dar, y son los criterios legislativos los que marcan la posibilidad o no de poder reutilizar el agua. Actualmente, la reutilización en la Comunidad Valenciana se enfoca principalmente en el uso agrícola, sector con una temporalidad muy marcada. La problemática actual no es solamente conseguir la calidad marcada en la normativa, sino también su traslado, almacenamiento y control. Así en el caso de estudio se analiza los retos para el control de calidad del agua, desde el punto de toma hasta su punto de utilización, tras su traslado y almacenamiento.

Así, el cumplimiento de la normativa obliga a invertir, no solo en la investigación previa de técnicas y tecnologías de depuración que permitan llegar a los criterios de calidad definidos, sino también a estudiar su calidad en el traslado y almacenamiento del agua regenerada.

Palabras clave

aguas
 regeneradas,
 reutilización,
 calidad,
 agricultura,
 nutrientes

Una de las medidas para avanzar en el impulso de la economía circular en la gestión de agua es la regeneración y reutilización del agua depurada, utilizando el agua regenerada como una fuente de recursos y no como un desecho. El Real Decreto 1620/2007, establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, y en 2010 se publicó la Guía para su Aplicación. En fechas recientes, se ha publicado el Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua. En función del uso que se pretenda dar a las aguas regeneradas, los criterios de calidad a cumplir son diferentes.

Uno de los principales usos es el agrícola, y como marca el Reglamento UE 2020/741, “...la reutilización

del agua podría reducir la necesidad de aplicaciones complementarias de abonos inorgánicos...”. La agricultura posee una temporalidad muy marcada, por lo que normalmente el agua regenerada debe almacenarse hasta su utilización. Así, la problemática actual no es solamente conseguir la calidad marcada en la normativa a la salida de la estación depuradora y/o regeneradora de aguas, sino también determinar cuál será ésta durante su traslado, almacenamiento y posterior utilización, es decir, en todo el sistema de reutilización del agua.

En el caso estudiado se pretende utilizar agua regenerada en zonas de regadío. Para maximizar el aprovechamiento de las aguas regeneradas, incluidas las producidas fuera de la temporada de riego, es necesario dotar al sistema de unas balsas

de regulación. Así, la existencia de estas balsas conlleva analizar los posibles cambios en la calidad del agua tras su almacenamiento en las balsas, para poder adecuar la calidad del efluente para su uso potencial para riego, y finalmente poder definir los cambios requeridos en la fertilización de cultivos.

La normativa marca claramente los valores máximos admisibles de distintos parámetros en función de los usos a los que está destinada el agua regenerada. En el caso que nos ocupa estaríamos hablando del uso agrícola. Existen algunos parámetros que siempre hay que controlar, como son los indicadores microbiológicos, Nematodos intestinales y *Escherichia coli*, y los indicadores físico-químicos, sólidos en suspensión y turbidez. Además dependiendo del tipo de aplicación o destino del agua regenerada, la normativa obliga a controlar otro tipo de parámetros, como *Legionella* spp. en caso de que se produzca aerosolización, o el nitrógeno y el fósforo total en el caso de recarga de acuíferos o llenado de estanques con riesgo de eutrofización. Además, en función de la autorización de vertido será necesario controlar algunos otros parámetros. No hay que olvidar que cuando se trate de sustancias peligrosas, se debe además asegurar el respeto de las Normas de Calidad Ambiental (NCAs).

Pero además del cumplimiento o no de los parámetros y valores máximos admisibles, se debe estudiar la calidad del agua regenerada desde el punto de vista del impacto al cultivo. En nuestro caso de estudio se ha diseñado dos balsas de almacenamiento en continuo, y el agua almacenada se reparte entre las dos balsas por igual. Ambas balsas se van llenando a razón de 1,5 hm³/mes durante todo el año (Figuras 1 y 2). En invierno, la demanda es menor que la entrada, por lo que se va acumulando en las balsas lo que no se necesita, al tiempo que se consume. En abril se acumulan 5 hm³ entre las dos balsas, en los meses de verano (de mayo a septiembre) la demanda es mayor de lo que entra, por lo que empieza a hacerse uso de lo almacenado. En mayo y junio existe aún bastante

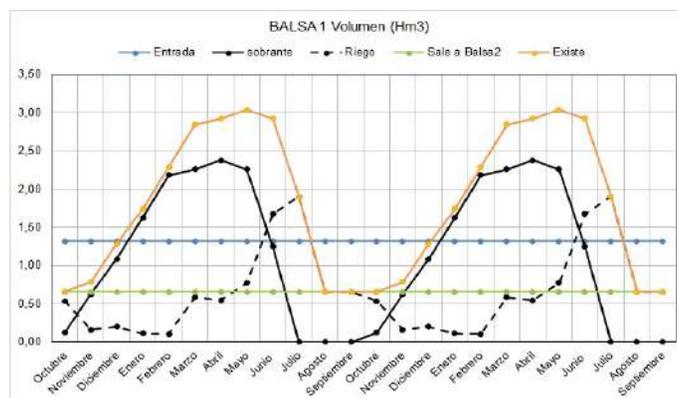


Figura 1. Volúmenes estimados en Balsa 1

agua almacenada para poder cubrir la demanda almacenada para poder cubrir la demanda. Sin embargo, en julio, agosto y septiembre no existe ya agua almacenada que pueda cubrir la demanda, por lo que en estos meses el agua entra en continuo y sale según la demanda de riego. Por tanto en este sistema, el volumen de las balsas va cambiando a lo largo del año. Y también lo hará la calidad del agua.

En estas balsas se producirán distintos procesos físicos, químicos y biológicos. En particular, la temperatura, junto a los nutrientes y a las condiciones de luz, controlarán la producción primaria. En el caso que nos ocupa, se produce mezcla completa en ambas balsas sin llegar a producirse una estratificación térmica, por la entrada y salida continua de agua (con un bajo tiempo de residencia del agua) y porque en los meses donde podría producirse estratificación (verano) el agua no llega a almacenarse. Considerando entonces la mezcla vertical completa, la calidad del agua será similar a cualquier profundidad de la columna de agua, y el agua que sale de cada balsa tendrá las características de la mezcla en ésta. El agua, en el interior de las balsas, tendrá unas características físico-químicas en función de las características del agua de entrada y de las condiciones ambientales de la zona que generarán unas temperaturas del agua diferentes en cada época del año. Así, las concentraciones de los diferentes parámetros físico-químicos en la mezcla deben calcularse teniendo presente la temporalidad de los caudales,

Problemática en la reutilización: calidad del agua y su variación en el traslado y almacenamiento

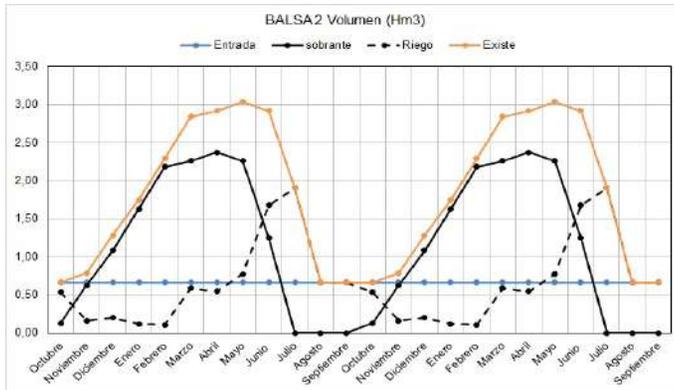


Figura 2. Volúmenes estimados en Balsa 2

las temperaturas estimadas del agua y las concentraciones del agua de entrada.

Los parámetros que pueden considerarse conservativos, como la salinidad, podrían ser estimados mediante simples balances de masas. Pero el problema surge en aquellos parámetros que no son conservativos, como los nutrientes, nitrógeno y fósforo. De hecho, uno de los principales problemas que podríamos encontrarnos en estas balsas, es la posible eutrofia y por tanto unas variaciones en los nutrientes como nitrógeno y fósforo. Un ecosistema eutrófico suele ser un problema a la hora de gestionar, por el aumento de la producción y biomasa de productores primarios (fitoplancton, macrófitos,...); modificación de las características del hábitat por la transformación de la vegetación; producción de sustancias tóxicas por determinadas algas; disminución del oxígeno del agua; problemas de sabor y olor,... Así, queda claro que la cantidad final de nutrientes que posee el agua regenerada debe determinarse, no solamente por la problemática que puede suponer utilizar agua con gran carga de nutrientes, sino porque como indica el Reglamento UE 2020/741, "... la reutilización del agua podría reducir la necesidad de aplicaciones complementarias de abonos

inorgánicos. El usuario final debe ser informado del contenido en nutrientes del agua regenerada".

El estado trófico de un ecosistema acuático puede definirse como la relación entre el estado de nutrientes del ecosistema y el crecimiento de la materia orgánica en el mismo, y conocerlo es fundamental a la hora de gestionarlo.

Aunque tanto el nitrógeno como el fósforo contribuyen a la eutrofización, la clasificación del estado trófico normalmente se basa en el nutriente que representa una limitación (EPA, 2011). En la mayor parte de los casos, el factor de limitación en aguas dulces es el fósforo. En el caso estudiado, la relación molar nitrógeno:fósforo de entrada al sistema (proveniente del efluente de la EDAR) es 29 y por ello consideraremos que el fósforo es el nutriente limitante ($N:P > 16$). El estado trófico (Vollenweider, 1980) puede ir desde la oligotrofia con bajo nivel de nutrientes hasta la hipertrofia con gran abundancia de nutrientes.

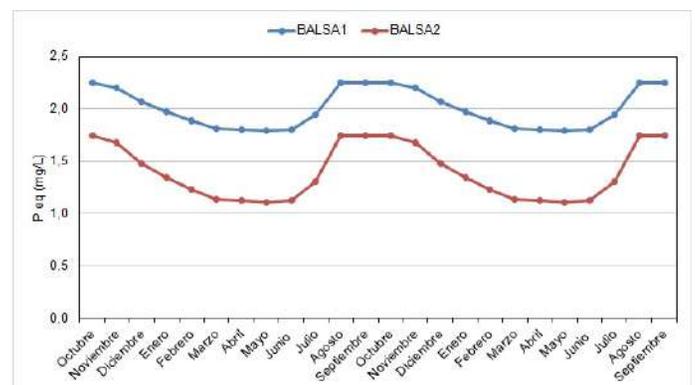


Figura 3. Concentración de fósforo en equilibrio para ambas balsas.

Existen numerosos modelos de eutrofización para estudiar los nutrientes en lagos y embalses de mayor o menor complejidad. Generalmente los modelos simples se abordan en base al balance de masas del nutriente limitante, esto es, el fósforo para las balsas. En este caso hemos utilizado uno de los modelos más simples (EPA, 2011). Los resultados obtenidos nos muestran que el fósforo (Figura 3) en la balsa B1 va variando anualmente, con mínimos de 1 mg/L (entre marzo y junio) y 1.8 mg/L (entre septiembre y diciembre) y en la balsa B2 entre 1.8 mg/L (entre marzo y junio) y 2.4 mg/L (entre septiembre y diciembre). El nitrógeno (Figura 4) en la balsa B1 va variando también anualmente, con mínimos de 15 mg/L (entre marzo y junio) y 22 mg/L (entre septiembre y diciembre) y en la balsa B2 entre 22 mg/L (entre marzo y junio) y 30 mg/L (entre septiembre y diciembre). Estos valores de fósforo y nitrógeno otorgarán a las balsas un estado ecológico hipertrófico, con muy altos valores de clorofila (estimador útil y simple de la densidad del fitoplancton) (Vollenweider, 1980).

Así, en este trabajo se ha realizado una primera aproximación a la calidad de las aguas de las balsas, teniendo en cuenta la variación de volúmenes,

el funcionamiento del sistema y las variaciones temporales, para asegurar la posibilidad real de que dichas aguas puedan ser utilizadas para riego. Como se apunta en la normativa, debe estudiarse la calidad del agua en el punto de aplicación, ya que sus características han podido cambiar desde el momento del suministro, especialmente si el agua se almacena. Pueden agudizarse los problemas de olores, crecimiento de las algas y fitoplancton, así como producirse un aumento de turbidez.

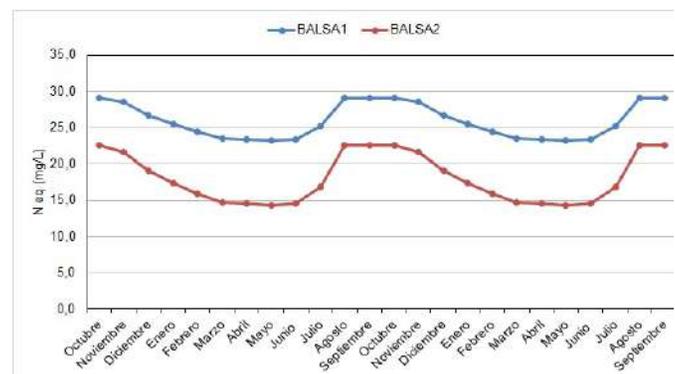


Figura 4. Concentración de nitrógeno en equilibrio para ambas balsas.

Referencias:

- » Environmental Protection Agency (2011). "Nutrient Criteria Technical Guidance Manual: Lakes and Reservoirs", General Books, United States.
- » Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas.
- » Real Decreto 1620/2007 por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- » Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua.
- » Vollenweider, RA, Members of the Technical Bureau (1980). "Conclusions of the OECD Cooperative program on eutrophication", en Unesco Nature and resources 16, 3.