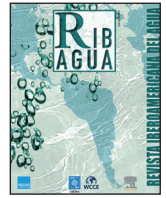




RIBAGUA

www.elsevier.es/ribagua



## Artículo científico

# El impacto de los caudales medioambientales en la satisfacción de la demanda de agua bajo escenarios de cambio climático

A. Chávez-Jiménez<sup>a,\*</sup> y D. González-Zeas<sup>b,c</sup><sup>a</sup> Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Piura, Piura, Perú.<sup>b</sup> Asociación CFE-PYPSA-CVA-ICA, Quito, Ecuador<sup>c</sup> Departamento de Ingeniería Civil: Hidráulica y Energética, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## Historia del artículo:

Recibido el 17 de noviembre de 2014

Aceptado el 30 de julio de 2015

## Palabras clave:

Caudales medioambientales  
Indicadores de escasez de agua  
Cambio climático  
Sistema de recursos hídricos

## RESUMEN

El uso creciente del recurso hídrico para satisfacer las diferentes demandas de un sistema, muchas veces por encima de su disponibilidad hídrica, ha generado una reducción en el nivel de satisfacción de dichas demandas, así como una reducción en los caudales medioambientales necesarios para alcanzar el buen estado ecológico. A largo plazo, estos problemas pueden verse intensificados como consecuencia del cambio climático. La satisfacción de las demandas de un sistema sin afectar al medio ambiente es uno de los principales objetivos de una eficaz gestión del recurso hídrico. La consideración de unos requerimientos ambientales puede influir en la sensibilidad de un sistema en el momento de satisfacer adecuadamente las diferentes demandas. Este artículo se enfoca en evaluar dicha sensibilidad a largo plazo, mediante el uso de dos indicadores de eficiencia que permiten identificar los problemas de escasez de agua bajo diferentes escenarios de reducciones en las aportaciones. Los requerimientos ambientales se determinaron tomando en cuenta las distribuciones mensuales y anuales de las aportaciones para los diferentes escenarios futuros. Como resultado de aplicar la metodología a la cuenca del Guadalquivir, en España, se observa que los problemas de escasez de agua que actualmente padece la cuenca puedan verse intensificados bajo cambio climático, comprometiendo una adecuada satisfacción de las demandas de agua del sistema. Estos problemas podrían reducirse, e incluso eliminarse, si se consigue limitar el consumo de agua por debajo de la disponibilidad hídrica que presente la cuenca, especialmente en los recursos destinados a la agricultura.

© 2015 IAHR y WCCE. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## The impact of environmental flows in meeting water demand under climate change scenarios

## A B S T R A C T

The increasing use of water resources in order to meet the different demands of a system, often above their water availability has led to inadequate attention to such demands, as well as, has generated a reduction in environmental flows needed to achieve good water status. In the long term, these problems may be intensified under climate change scenarios. An adequate attention of the system demands without affecting the environment is one of the main objectives of the water resources management. The consideration of the environmental flows can influence the sensitivity of a system when addressing the different demands. This paper focuses on assessing this sensitivity to long term by using two efficiency indicators, which ones allow to identify water scarcity problems under different scenarios of flows reduction. Environmental requirements are determined by taking into account the monthly and

## Keywords:

Environmental flows  
Water scarcity indicators  
Climate change  
Water resources system

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [adriadna.chavez@udep.pe](mailto:adriadna.chavez@udep.pe); [adriadna.chavez@gmail.com](mailto:adriadna.chavez@gmail.com) (A. Chávez).

annual distributions of the flows for different future scenarios. The proposed methodology is applied to the Guadalquivir basin in Spain. The results show that the current water scarcity problems of the basin can be intensified when the environmental requirements are considered in the system. These problems could be reduced or even eliminated, if water consumption is limited below the water availability of the basin, especially in the resources for agriculture.

© 2015 IAHR y WCCE. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

La creciente presión sobre los recursos hídricos, debida a un consumo muchas veces por encima del recurso disponible, ha provocado problemas de escasez de agua de diversa intensidad a lo largo del mundo [1]. De igual manera, este incremento en el consumo de agua ha generado fuertes alteraciones en el régimen de los ríos, impactando negativamente en los ecosistemas fluviales y comprometiéndolo la sostenibilidad del recurso hídrico [2,3]. Esto ha motivado un creciente interés en buscar un equilibrio entre la atención de las diferentes demandas de un sistema y sus requerimientos ambientales, como puede verse en Díez-Hernández [4]; Sun *et al.* [5]; Yang *et al.* [6]; Paredes-Arquiola *et al.* [7] y Milano *et al.* [8], siendo este equilibrio uno de los aspectos relevantes para alcanzar una gestión integrada de los recursos hídricos [6]. Un claro ejemplo es la Directiva Marco Europea (DME) que busca alcanzar un “buen estado ecológico” de todos los cuerpos de agua mediante un enfoque integrado para la gestión de dicho recurso [9].

Se puede encontrar en la literatura una extensa cantidad de estudios donde se evalúa la mejor distribución de los recursos hídricos para atender las diferentes demandas y requerimientos ambientales del sistema, a corto y mediano plazo, y para regiones específicas. Requiriéndose una gran cantidad de información para la descripción de las diferentes variables utilizadas, entre ellas, los requerimientos ambientales. Estos requerimientos ambientales pueden encontrarse como demandas o restricciones dentro del sistema. Si estos requerimientos son considerados como demandas, están sujetos a reducciones en función de su valor económico y de los objetivos perseguidos por los gestores del agua [10-12]. Al ser considerados como restricciones, la primera prioridad en la distribución del recurso hídrico es atender dicho requerimiento [13-15]. Por ejemplo, en España, en la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), es obligatoria la consideración de caudales medioambientales ( $Q_e$ ) como una restricción en el sistema [16]. Siendo estas restricciones dadas como caudales mínimos que permitan mantener las condiciones ambientales necesarias para mantener la fauna y la flora en los diferentes ríos [17]. El cálculo de estos requerimientos ambientales puede determinarse bajo una gran variedad de métodos como, por ejemplo, Beven y Freer, Thoms y Sheldon, King *et al.*, Mathews y Richter, Peñas *et al.* [18-22], entre otros. En Tharme [23] se clasifican todos estos métodos en cuatro grandes grupos: métodos hidrológicos, hidráulico, de simulación del hábitat y métodos holísticos. La selección de estos métodos se encuentra en función de los ecosistemas y de los objetivos ambientales perseguidos [24], de la disponibilidad de datos, capacidad técnica y aspectos económicos [25]. Siendo los métodos hidrológicos los más sencillos de aplicar. Entre los métodos hidrológicos, se encuentra el método del caudal mínimo, que se obtiene como un porcentaje del caudal medio anual, dependiendo de las condiciones fluviales [23] o como porcentajes del caudal mensual [26]. Los métodos que se agrupan en las tres restantes categorías dadas por Tharme [23] requieren una combinación de datos hidrológicos, hidráulicos y biológicos que, muchas veces, pueden no ser de fácil acceso.

En el futuro se espera una reducción en la disponibilidad del recurso hídrico debida a los efectos del cambio climático [27-28], causando una reducción en el nivel de satisfacción de las diferentes demandas de un sistema e incrementándose, con ello, los problemas de escasez de agua [1,29]. Debido a que, a largo plazo, los pronósticos por efecto del cambio climático se encuentran rodeados de incertidumbres [30], una evaluación detallada del comportamiento del sistema generaría un mayor grado de error en los resultados. Sin embargo, sigue siendo necesario conocer como son satisfechas las diferentes demandas de un sistema bajo restricciones ambientales y debido a dichos efectos climáticos. Hay una variedad de estudios que buscan relacionar los problemas de escasez de agua actuales y futuros con el comportamiento del sistema que presenta restricciones ambientales. Muchos de ellos consideran un conjunto de indicadores [31-33], por ejemplo, se hace uso del indicador de estrés de agua (Water Stress Indicator [WSI]), con el cual se evalúan los problemas de escasez de agua mediante la relación entre las extracciones de agua para todos los usos de la región y el recurso disponible, donde el recurso se determina como la diferencia entre el recurso medio anual y los requerimientos ambientales. Bajo este indicador se puede conocer cuánta demanda puede ser atendida en una cuenca, pero no se puede conocer cómo es distribuido el recurso para cada uso de agua y las garantías con las que son satisfechas dichas demandas, variable de importancia en las decisiones de gestión del recurso hídrico.

El establecimiento de unos  $Q_e$  mínimos junto con las restricciones existentes de la variabilidad climática natural, el cambio climático y los diferentes usos de la cuenca, hacen que la regulación y la asignación del agua sean el núcleo de la gestión del recurso hídrico [34]. Por ello, en este estudio, se propone evaluar cómo serían atendidas a futuro las diferentes demandas de un sistema de recursos hídricos frente a diversos escenarios de reducciones de las aportaciones por efecto del cambio climático y requerimientos ambientales, relacionando no solo los volúmenes de agua suministrada, sino la garantía con la que son satisfechas las demandas de dicho sistema. Esta propuesta permitiría evaluar la sensibilidad del comportamiento del sistema a las variaciones en la disponibilidad hídrica bajo diferentes proyecciones hidrológicas (contexto climático) y requerimientos ambientales. Brindando, con ello, una herramienta de ayuda en la identificación de acciones prioritarias de gestión. Para ello se han seleccionado dos indicadores que identifican problemas de escasez de agua, mediante la evaluación de los volúmenes de agua suministrada y las garantías con la que dichas demandas son satisfechas. Estos indicadores son el indicador de Satisfacción de la Demanda ( $I_1$ ) y de Confiabilidad de la demanda bajo cambio climático ( $I_{2p}$ ) [35]. Dichos indicadores toman en cuenta los diferentes usos de agua (demandas), prioridades de uso de agua y requerimientos ambientales. La determinación de los requerimientos ambientales se ha realizado basándose en métodos hidrológicos. Tomando como base que estos métodos suelen usarse cuando hay insuficiente información cuantitativa acerca de cómo las diferentes especies acuáticas responden a las variaciones hidrológicas [6], característica que se presentaría a largo plazo y que se intensifica por las incertidumbres que rodean los pronósticos, debido a los efectos del cambio climático. La aplica-

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1727803>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1727803>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)