

ANÁLISIS DE ESCENARIOS PARA EL USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN REGIONES ÁRIDAS - CUENCA LOCUMBA

Cayo Leonidas Ramos Taipe¹, José Roberto Vicencio Serna²

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

² Global Water and Energy Solutions, Perú.

E-mail: cramost@lamolina.edu.pe, vicencioroberto@gmail.com.

Resumen

La laguna Aricota es la mayor reserva natural de agua en la cuenca Locumba, ubicada al sur del Perú en una zona considerada árida e hiper-árida (UNESCO, 2010). De acuerdo a la información histórica, el volumen de la laguna fue de 700 Hm³ en 1968, el cual fue disminuido hasta 21 Hm³ en 1996, a causa de la extracción indiscriminada para generación hidroeléctrica. A partir de entonces, se viene recuperando su volumen hasta 220 Hm³ medidos en el 2014.

Se ha realizado la simulación del sistema locumba, para el periodo 1968 – 2014, donde se calibró y validó, obteniéndose un buen ajuste entre valores medidos y simulados. Se analizaron 19 escenarios futuros (2016 – 2050) tomando en cuenta el Plan Maestro de la Cuenca Locumba, donde se incluyen cambios en la oferta y demanda (ampliación de la frontera agrícola), obras de afianzamiento (10 embalses), trasvases, caudales ecológicos y cambio climático.

La simulación muestra que el escenario óptimo, que atiende todas las demandas y permite un uso sostenible de la laguna Aricota, es el escenario 10, con una extracción de 1.5m³/s permite un incremento de 3% en el volumen de la laguna. El escenario más favorable (Esc-12) es aquel donde se considera el trasvase proyectado de 1.2 m³/s (Huenque) que logra incrementar el volumen en 41% y el escenario más desfavorable (Esc-11) tiene una disminución del actual trasvase en 36% (Vilavilani) y el efecto del cambio climático, donde la laguna reduce su volumen en 46%.

Introducción

El agua es uno de los recursos naturales más importantes. Su preservación es necesaria para las generaciones futuras para una vida sostenible en la tierra (Gupta y Kumar, 2017). La escasez de agua es un problema que viene incrementándose en diversos lugares del mundo, este problema se agrava más en zonas desérticas donde el recurso hídrico es escaso y donde la población cuenta con dotaciones diarias por debajo del nivel mínimo. En el caso del Perú el 55% de la población se encuentra ubicada en la zona costera, es por ello que existe la necesidad de una gestión y planificación hídrica en las cuencas de la costa peruana (Condezo et al., 2016), y un análisis de la disponibilidad de los recursos hídricos hacia el futuro.

El Sistema Locumba, recibe las aguas generadas en el río Locumba, el aporte del acuífero Vizcachas y Suches, el trasvase Vilavilani, regulado en la laguna Aricota que tiene una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 804 Hm³, sin embargo, por más de 30 años fue explotada con fines de generación hidroeléctrica, estando a punto de colapsar en enero de 1997, registrando un volumen de 20.6 Hm³ (ANA, 2010).

El sistema atiende todas las demandas de la cuenca y a futuro tiene proyectado la construcción de 10 embalses de los cuales dos estarán ubicados en los tributarios de Aricota y uno aguas abajo.

Las salidas de agua de la laguna son: bombeo para la generación hidroeléctrica por EGESUR y para el sector de riego Curibaya, las filtraciones al pie de la presa con descargas del orden de 1.0 m³/s (PET, 2016) y la evaporación. Las descargas de la laguna

(bombeo y filtraciones) son aprovechadas, aguas abajo, en las zonas agrícolas, la diferencia (excedentes) son evacuados hacia el océano Pacífico.

Metodología y datos

La metodología del estudio consistió en realizar un modelo elaborado en WEAP del Sistema y cuenca Locumba para ser calibrado y validado en el periodo 1967 - 2014, que represente adecuadamente el comportamiento de todo el sistema, y luego utilizarlo como punto de partida para el análisis de escenarios futuros posibles. El programa WEAP permite realizar esquemas de modelos mediante un conjunto de elementos y ecuaciones que se adaptan a condiciones locales (Sieber y Purkey, 2015).

Se ha usado los registros históricos de estaciones hidrométricas, los registros de volúmenes observados en las lagunas, registros de los trasvases y los volúmenes de agua requeridos por las demandas.

Área de estudio

La cuenca del río Locumba se encuentra ubicada en la región Tacna y tiene una extensión de 5 742.3 km², de los cuales 505 km² (8.8%) corresponde a la cuenca húmeda, es decir aquella porción que aporta sensiblemente los recursos al escurrimiento superficial y que tiene sus nacientes en la parte alta de la región. (ANA, 2010).

Información climática

Para cada subcuenca del modelo en WEAP se introdujeron datos climáticos de temperatura media mensual, precipitación acumulada mensual del periodo 1966 – 2014. La información de las variables climáticas como la humedad relativa y la velocidad del viento son escasas y se han logrado obtener por periodos temporales, debido a la poca disponibilidad de instrumentación en las estaciones de la cuenca.

Se cuenta con información espacial de la cobertura vegetal y tipo de suelo, topografía, red hídrica, puntos de demandas e infraestructura hidráulica actual.

Laguna Aricota

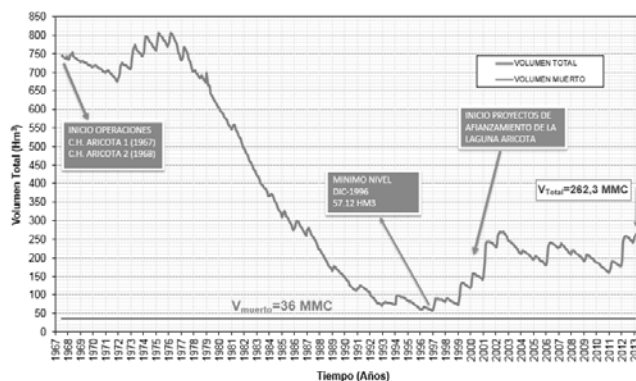


Figura 1.- Registro de volúmenes históricos de la laguna Aricota. Periodo 1967 – 2014. Fuente PET.

Los registros de volumen de la laguna Aricota, mostrados en la Figura 1, muestra una sobreexplotación entre los años 1990-1997, pasando de 804 Hm³ a 20 Hm³, agotando el 92% de su volumen.

Escenarios propuestos

Inicialmente se construyeron 180 escenarios, tomando en cuenta la variación de la demanda (3 niveles), construcción de embalses (10 embalses), una obra de trasvase nuevo, caudal de extracción de la laguna, caudal ecológico y los efectos del cambio climático. De ellos se seleccionaron los escenarios más representativos, haciendo un total de 19. A partir de los cuales se desarrolló todo el análisis.

Resultados

El modelo fue calibrado y validado utilizando los indicadores de eficiencia de Nash y BIAS, obteniendo valores de Nash entre 0.81 – 0.67 para calibración y 0.85 – 0.71 en validación. BIAS de 0.32 – 0.03 calibración y 0.2 – 0.03 para validación.

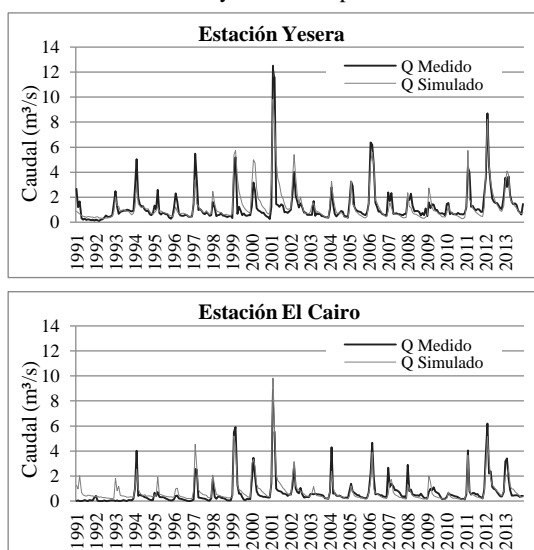


Figura 2.- Calibración del modelo en las estaciones Yesera y El Cairo.

En el análisis de los escenarios, partiendo del escenario base que cuenta con demandas actuales y sin las infraestructuras proyectadas, el caudal de extracción que no afecta la laguna Aricota es 1.5m³/s, resultando un volumen promedio de 227.4 MMC, este volumen incluye el aporte de los tributarios, ríos Callazas y Salado después de haber atendido a los usuarios, y el aporte del trasvase existente (Vilavilani).

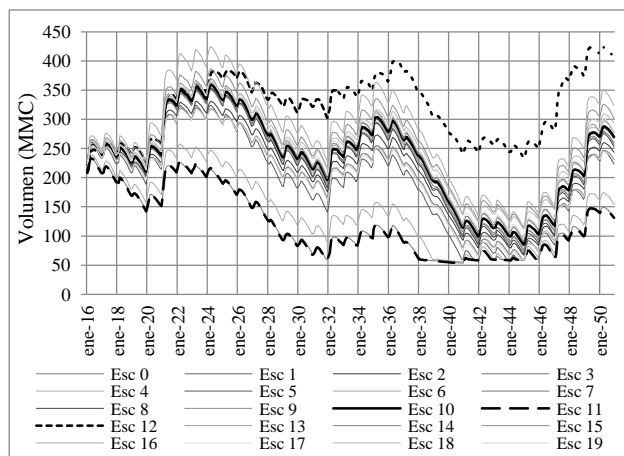


Figura 3.- Variación del volumen de la laguna Aricota por escenario. Periodo 2016 – 2050.

El impacto de los 19 escenarios sobre Aricota, además de satisfacer las demandas en la cuenca, puede ser un incremento o disminución de su volumen. Las mayores variaciones se encontraron con la puesta en marcha de los embalses, incremento de las demandas, un trasvase nuevo y el cambio climático.

La Tabla 1 presenta el volumen medio del periodo de análisis para los escenarios futuros, indicando su variación, incremento o disminución relativa del volumen expresado en porcentajes.

Tabla 1.- Cambio del volumen medio de la laguna Aricota por escenarios. Periodo 2016 – 2050.

Escenario	Volumen medio (MMC)	Variación	Porcentaje
0	227.4		
1	203.2	-	11%
2	213.9	-	6%
3	232.4	+	2%
4	240.8	+	6%
5	194.8	-	14%
6	144.4	-	36%
7	122.6	-	46%
8	225.1	-	1%
9	227.8	+	0%
10	235.0	+	3%
11	121.9	-	46%
12	321.6	+	41%
13	203.2	-	11%
14	242.1	+	6%
15	260.4	+	15%
16	278.8	+	23%
17	244.5	+	8%
18	250.8	+	10%
19	200.6	-	12%

Conclusiones

De los escenarios simulados se consiguieron el favorable, desfavorable y el óptimo, siendo el escenario 10 el óptimo con incremento promedio en el volumen de la laguna de 3%. El escenario 12 resulta ser el favorable para la laguna, cuyo volumen se incrementa en 41%. El desfavorable es el escenario 11 además el 7, donde el volumen de la laguna disminuye en este caso en 46%.

Referencias

- ANA (Autoridad Nacional del Agua, Perú) (2010). *Evaluación de los Recursos Hídricos Cuencas de los ríos Locumba y Sama*. Lima, Perú. 145p. Estudio.
- Gupta, R., Kumar, G. (2017) "Scenario Planning for Water Resource Management in Semi-Arid Zone". Physics and Chemistry of the Earth.
- Condezo, B., Mejía, A. Ingol, E. (2016). "Análisis de los Sistemas de Recursos Hídricos en los proyectos especiales Chavimochic y Chinescas". XXVII Congreso LADHI 2016. Lima, Perú.
- PET (Proyecto Especial Tacna) (2016). Plan de Contingencia del Sector Hidráulico Mayor Alto Locumba Clase A. Tacna, Perú. 36p. Estudio.
- Sieber, J., Purkey, D. (2015) WEAP User Guide. Massachusetts, USA. 400p.
- UNESCO (2010). *Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe*. Montevideo, Uruguay. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N°25.