

## EL IMPACTO ECONÓMICO DE LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

*Juan A. Villeta Trigo<sup>1</sup>*

Transcripción y edición de ponencia dictada en la conferencia *Reutilización de Aguas Residuales para la Agricultura*: 1 de junio de 2016, San Juan, Puerto Rico.

Resumen - El recurso agua toma mayor relevancia en el siglo XXI dada la escasez a nivel global. La situación en el Caribe es similar a la economía global, particularmente Puerto Rico. Diversas experiencias internacionales discuten cómo medir los costos que pudiesen ser incorporados en el proceso de producción de aguas residuales tratadas para la agricultura, industria, servicios hoteleros y ganadería. En este artículo, se presentan proyectos de reutilización de aguas en España e Israel, y se discute la realidad de Puerto Rico ante esos avances.

*Palabras clave: Aguas residuales tratadas, costos de producción, agricultura, Puerto Rico*

Abstract - Water resource becomes more relevant in the 21st century given the shortage globally. The Caribbean reality is similar to the global economy, particularly Puerto Rico. Various international experiences are discussed to measure the costs of treated used water that could be incorporated into the production process for agriculture, industry, hotel services and livestock. This article discusses treated wastewater reuse projects in Spain and Israel and the reality of Puerto Rico, as a reference of this two experiences.

*Key words: Treated wastewater, production costs, agriculture, Puerto Rico*

### **Introducción**

A nivel mundial, el 70% del agua es utilizada para la industria agrícola. En el caso de Puerto Rico, el renglón de la agricultura usa menos de un 10% del total de agua per cápita comparado con los países de América, pues importa el 85% de los alimentos que consume. El 90% del agua se utiliza en el consumo de actividades urbanas, domésticas, industriales, agricultura y servicios públicos.

De acuerdo a los datos de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA), Puerto Rico genera sobre 232 millones de galones por día (mgd) de aguas usadas con algún tratamiento que son descargadas a algún cuerpo de agua o al mar a través de las diferentes plantas de tratamiento de la AAA. Ante esta realidad, y los acontecimientos consecuentes del cambio climático, es imperativo que Puerto Rico analice la alternativa de la reutilización de las aguas residuales tratadas como parte de sus planes de desarrollo socioeconómico.

La reutilización de las aguas residuales tratadas no es un asunto nuevo. Desde la década del 1970, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentos (FAO, por sus siglas en inglés), la Organización Mundial de la Salud

---

<sup>1</sup> El autor es economista y miembro de la Asociación de Economistas de Puerto Rico. Email: [jvilltri@gmail.com](mailto:jvilltri@gmail.com)

(OMS) y tan reciente como en la década de los 80's, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA, por sus siglas en inglés) han establecido una serie de guías y lineamientos para la reutilización de las aguas residuales tratadas en diversos usos. Es importante estudiar las alternativas de reutilización de aguas residuales tratadas para usos tradicionales como la irrigación, y para usos no tradicionales como el uso urbano y como agua potable.

### **Experiencias agrícolas de reutilización de aguas residuales tratadas en España e Israel**

Un estudio realizado por Alfranca, García y Varela (2011) sobre la evaluación de los beneficios externos e internos de la reutilización de las aguas residuales tratadas en 13 proyectos agrícolas de la región de Valencia, España, reveló que el precio del agua residual tratada es de aproximadamente  $.9\text{€}/\text{m}^3$  equivalente a  $\$1.37/\text{m}^3$ . De acuerdo a este estudio, los beneficios totales del uso de estas aguas fluctúan entre  $.023\text{€}/\text{m}^3$  a  $4.01\text{€}/\text{m}^3$  equivalente a  $\$.030/\text{m}^3$  a  $\$5.41/\text{m}^3$ . El promedio ponderado para los proyectos estudiados, dependiendo del volumen de aguas usadas tratadas fue de  $1.22\text{€}/\text{m}^3$  o en  $\$1.65/\text{m}^3$  (Molinos-Senante, Hernández-Sancho, & Sala-Garrido, 2011).

En el caso de Israel, el estudio realizado por Friedler (2001) destacó que ese país reutiliza más de un 60% del total de la producción de aguas residuales domésticas, y planifica aumentar a un 90% en la próxima década. Esta estrategia ha hecho que Israel obtenga múltiples beneficios económicos tomando en consideración su realidad geográfica al poseer limitados recursos acuíferos. Debido a su composición geográfica, el aumento en la demanda de agua urbana se cumple mediante la reducción de agua que se suministra para el riego, causando un estrés económico y cultural en los sectores rurales.

Los beneficios económicos de la reutilización del agua residual tratada en Israel para la agricultura son notables porque la fuente principal para este sector es el agua, y la producción de aguas residuales se mantiene de manera constante durante el año. Esto hace que sea una fuente fiable que permita inversiones intensas en la agricultura, particularmente en regiones semiáridas. Esta fuente íntegra presenta un nuevo componente económico en donde los agricultores pueden comprar el agua residual tratada desde el sector urbano, invertir en plantas de tratamiento de aguas residuales o en los costos de operaciones y mantenimientos de estas plantas. De esta manera, los costos totales de tratamiento de aguas residuales tratadas pueden ser compartidos entre los sectores urbanos y rurales.

En cuanto al sector urbano, éste se beneficia de una reducción en los costos de tratamiento, mientras que el sector rural se beneficia de una fuente confiable de agua a un costo menor que el agua convencional importada desde una fuente distante. En términos de costo-beneficio, Friedler señaló que los depósitos de

almacenamiento de aguas residuales tratadas y unidades similares tienen un tiempo de vida de aproximadamente 40 años, en comparación con depósitos tradicionales, lo que hace que el pago anual para la recuperación del capital, sea más bajo que la que habitualmente se calcula. Friedler expuso además que las aguas tratadas para el año 1995 representaban el 65%, y para el año 2010 se esperaba llegaran al 90%.

Tabla 1

*Suministro y demanda de agua por sectores en Israel*

Recursos de agua	1995	Demanda de agua	1995	2010
Agua dulce	1600	Urbana e industrial	700	900
Agua salobre	180	Irrigación con agua potable	900	650
Agua residual	220	Irrigación con agua salobre o residual	400	600
Total	2000		2000	2150

(Friedler, 2001)

Otro estudio sobre el análisis económico basado en la ciudad metropolitana de Tel Aviv, en Israel realizado en el año 2005, resaltó que los beneficios económicos del proyecto de reutilización de aguas residuales de Yarqon sobrepasan los \$4.83 millones al año, sin incluir los beneficios ambientales. En el caso de la producción agrícola, el valor en el mercado de las aguas residuales tratadas se encuentra entre \$.24 y \$.31/m<sup>3</sup>, mientras que el costo estimado de operación y mantenimiento para la producción de aguas residuales tratadas de alta calidad del Proyecto de Reciclaje Yarqon se encuentra en \$.16/m<sup>3</sup>.

Entre los múltiples beneficios de este proyecto se destacan la reutilización directa en actividades de irrigación agrícola y de parques urbanos, fincas de producción de peces, actividades industriales y sistemas de enfriamiento. Esta reutilización genera un beneficio ambiental adicional, al reducir la disposición de aguas reusadas tratadas en los cuerpos de agua; además de mejorar el caudal de éstos.

**Realidad de Puerto Rico**

Puerto Rico genera sobre 232 mgd de aguas usadas que son descargadas al mar o algún cuerpo de agua. Por tanto, se puede decir que en Puerto Rico se reutilizan las aguas residuales tratadas de forma indirecta, que en ocasiones son descargadas a cuerpos de agua que son tributarios de los embalses que suplen agua a las plantas potabilizadoras de la AAA. Esto ha sido lo que nos ha mantenido a flote en los últimos eventos de sequía en las pasadas décadas. Sin embargo, es muy poco lo que se ha hecho para impulsar la reutilización de las aguas residuales como parte del desarrollo económico de la Isla.

De la totalidad de las aguas “negras” generadas en Puerto Rico, el 93% proviene del consumo residencial y el restante por el consumo industrial y comercial. La AAA se enfrenta ante esta realidad inescapable de las aguas “negras” con un sistema de plantas de tratamiento y plantas sanitarias conjunto con un receptor de 232 mgd de aguas usadas que son descargadas.

Un excelente ejemplo de la reutilización de las aguas residuales en Puerto Rico es el complejo residencial Palmas del Mar en Humacao. Palmas del Mar utiliza un sistema de riego de los campos de golf y áreas verdes para reutilizar las aguas residuales. Dicho sistema cuenta con un sistema de una planta y cuatro estaciones de bombeo que tiene una producción anual de 146,000,000 de galones de agua y una producción diaria de 400,000 galones de agua. Esto conlleva un costo anual para la producción de aguas tratadas de \$894,404.00. El costo anual por galón es \$0.006.

El análisis económico de los beneficios de este sistema representa \$.006 del costo anual por galón de agua residual en comparación con \$.011 del costo anual por galón que le tendría que pagar a la AAA por el uso de agua potable para los sistemas de riego y área verdes. Este sistema le produce a *Palmas del Mar Utility* un beneficio neto anual de \$257,516.00, y un ahorro por galón de \$.005. De acuerdo a la AAA, se riegan unos 400,000 galones de agua diarios para los campos de golf y áreas verdes; este tipo de riego se realiza 22 días al mes.

La tarifa comercial por bloque (agua en metro cúbico) es la siguiente: 0-100m<sup>3</sup>: \$1.74/m<sup>3</sup>; 100-200m<sup>3</sup>: \$2.16/m<sup>3</sup>; y mayor de 200m<sup>3</sup>: \$2.84/m<sup>3</sup>. El cargo mensual base es de \$725.75 por la operación realizada en Palmas del Mar. En contraste, el cargo mensual base por el cumplimiento ambiental (CCAR) es de \$839.50. Por consiguiente, el gasto mensual es \$95,993.00 y el gasto anual es de \$1,151,920.00.

En resumen, el costo anual para la producción de aguas tratadas por las plantas del propio complejo de Palmas del Mar es de \$894,404.00, lo cual significa un gasto anual por galón de \$0.006. Ahora, el gasto anual para la producción de las aguas tratadas por la AAA de Puerto Rico es de \$1,151,920.00, lo cual equivale a un costo anual por galón de \$0.011. Entiéndase, el beneficio de no tener que incurrir en el pago a la AAA es de \$257,516.00, lo cual resulta en un ahorro por galón de \$0.005.

Otro ejemplo de beneficios económicos de la reutilización de las aguas residuales tratadas lo vemos en el sector industrial. Bajo la insignia de su compromiso como empresa, “[our business can only be as healthy as the local communities where we operate; Access to clean water is one of the most important barometers of a community’s health]”, “Nuestra empresa sólo puede ser tan saludable como las comunidades locales donde operamos. El acceso al agua limpia es uno de los barómetros más importantes

de la salud de una comunidad”.

En el año 2000, la Coca-Cola Bottling Company of Puerto Rico (CCPRB) realizó una inversión inicial de \$1 millón en infraestructura para la reutilización de aguas residuales tratadas. Esta inversión fue realizada tomando en cuenta las realidades que enfrentaba como empresa al depender del suministro del AAA. Entre estas realidades están las siguientes: 1) el acarreo de la descarga de CCPRB a la Planta de Tratamiento de Aguas Sanitarias (PAS) en Guayama, PAS en Barcelona y la PAS de Bacardí; 2) las limitaciones de la AAA para recibir descarga, ya que tiene una carga orgánica de máximo 70,000 galones por día; 3) la descarga era un factor limitante en la producción; y 4) el espacio limitado.

Esta inversión se analizó bajo el indicador clase de relación de uso de agua: volumen de agua utilizada en las instalaciones (galones) dividido entre volumen de producto terminado (galones). Como resultado de dicha inversión entre los años 2009 al 2012, se produjo un ahorro de \$2,865,362.00. Si miramos los ahorros por año, en el 2009 fue de \$605,031.00; en el 2010 fue de \$658,983.00; en el 2011 fue \$761,755.00; y en el año 2012 fue de \$839,362.00.

Esta inversión inicial de \$1 millón facilitó la reutilización de las aguas que genera la planta en los sistemas de enfriamiento (70%), compresores (10%), calderas (8%), sanitarios (7%) e irrigación (5%). La reutilización de aguas produjo un ahorro, de \$2,421,569.00, tomando como base el periodo del 2005 al 2011. La cifra de ahorros por año fue de \$188,580.30 para el 2005; de \$233,920.73 para el 2006; de \$280,153.80 para el 2007; de \$311,531.15 para el 2008; \$442,805.37 para el 2009; de \$492,521.44 para el 2010; y de \$472,056.14 en el año 2011.

### **Consideraciones finales**

Si las aguas tratadas son el nuevo recurso del agua, la reutilización de las aguas residuales tratadas en Puerto Rico puede servir de motor para el desarrollo económico de varios sectores. Los ejemplos de España e Israel muestran claramente cómo la economía del País puede verse beneficiada, especialmente el sector agrícola e industrial. La irrigación y reutilización de aguas residuales tratadas presenta un nuevo componente en la educación. El análisis de beneficio y costos requiere que los economistas, financieros y contadores tengan que trabajar con los ingenieros, estudiantes e investigadores debido a que se necesita agua que sea confiable y constante por ser elemento indispensable para el sostenimiento de la agricultura. De esta manera, la expansión del desarrollo agrícola puertorriqueño sería posible.

Al análisis de costo-beneficio de aguas tratadas y proyectos de reutilización se le deben incorporar tres factores. Primero, la expansión del desarrollo agrícola no sería posible sin una oferta constante y confiable de agua. Segundo, la protección

de la salud pública y ambiental. Por último, se le debe agregar el periodo de análisis de 20 años, en contraste con la vida útil de almacenamiento de aguas tratadas de 40 años.

### **Referencias**

- Alfranca, O., García, J., & Varela, H. (2011). Economic valuation of a created wetland fed with treated wastewater located in a peri-urban park in Catalonia, Spain. *Water Science & Technology*, 635, 891-898.
- Friedler, E. (2001). Water reuse —An integral part of water resources management: Israel as a case study. *Water Policy*, 3, 29-39.
- Garcia, X., & Pargament, D. (2015). Reusing wastewater to cope with water scarcity: Economic, social and environmental considerations for decision-making. *Resources, Conservation and Recycling*, 101, 154 - 166. doi. 10.1016.