

EL PRECIO COMO INSTRUMENTO PARA LA VALORACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN ZONAS URBANAS

*Alma Alicia Aguirre Jiménez¹
Francisco Morán Martínez²*

En este documento se muestra cómo, los precios son las señales que permiten conocer el impacto en la percepción de los usuarios del agua sobre el valor de los recursos hídricos, se argumenta que para aminorar el deterioro de este recurso, los Organismos Operadores de Agua Potable deben tomar en cuenta que la pérdida de valor económico que experimenta la sociedad debido a la degradación de los sistemas hidrológicos pueden ocasionar efectos irreversibles en el ambiente y en el desarrollo humano.

Introducción

En México, la evolución de un patrón de desarrollo urbano que generalmente ha sido informal, se han traducido en una fuerte presión sobre algunos recursos naturales especialmente frágiles y ecológicamente valiosos. Este patrón de urbanización ha tenido una serie de externalidades negativas tanto desde el punto de vista económico como ambiental, destacando entre ellas:

- El agotamiento de las fuentes de agua y contaminación hídrica, producto de un proceso de crecimiento urbano explosivo y anárquico.
- La presión de la población sobre los recursos hídricos existentes, se traduce en general, en el agotamiento de las fuentes superficiales y de los acuíferos.
- Añádase a lo anterior, el impacto ambiental de las obras de infraestructura necesarias para abastecer a la población desde fuentes cada vez más alejadas del núcleo urbano.

Por otro lado, la ausencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales de origen urbano, lleva a que éstas se viertan en forma incontrolada, contaminando ríos, arroyos y aguas subterráneas.

La contaminación del agua, sea superficial, subterránea, continental o costera, no deja de aumentar su presión sobre los sistemas hidrológicos. Así, podemos destacar como fuentes de contaminación hídrica que generan las cargas de contaminantes provenientes de la industria (metales pesados, compuestos orgánicos, persistentes) y las originadas en los grandes núcleos urbanos (aguas residuales sin tratamiento).

La primera consecuencia indeseable desde un punto vista intrínseca que presenta la contaminación de los recursos hídricos, es sobre la salud de la población. En segundo lugar, la contaminación de ríos, lagos y mares con aguas residuales urbanas, se ha traducido en un aporte nutriente a la franja costera que termina por asfixiar muchos ecosistemas. Finalmente, la sobreexplotación de los acuíferos, de los que depende un tercio de la población mundial para su abastecimiento, ha llevado a que los mantos freáticos hayan descendido, en ocasiones, decenas de metros, lo que ha provocado

¹ Profesora-Investigadora del Departamento de Estudios Regionales-INESER del Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Email: aalma@ucea.udg.mx

² Profesor del Departamento de Mercadotecnia y Negocios Internacionales del Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Email: fmoranm@msn.com.

hundimiento de terrenos, con el consiguiente daño de inmuebles (en áreas urbanas) e infraestructura de todo tipo.

Ante este panorama, el objetivo central de este documento es desarrollar una metodología para valorar los costos del servicio de suministro de agua potable y de saneamiento de las aguas residuales de origen público urbano; así como generar elementos para establecer una política tarifaria que contribuya a disminuir el problema de la contaminación

La hipótesis que guía este trabajo es que, el dimensionamiento inadecuado del valor del agua para el abastecimiento a grandes centros urbanos, mediante un sistema de precios o tarifas que no incluye los costos reales de desinfección y suministro, así como la carencia de asignación de un costo que garantice el tratamiento de agua residual de origen público urbano, son algunas de las principales causas del agotamiento de las fuentes de agua y contaminación hídrica.

Cabe señalar que, en este documento se desarrolla una metodología que permite mediante el análisis económico, valorar un costo del servicio de abastecimiento de agua y más en concreto, el saneamiento de las aguas residuales de origen público urbano. Para ello, se ha introducido en primer lugar, un estudio del proceso de valoración del costo de servicio de abastecimiento de agua potable. Se establece que a partir de este punto, el método utilizado sería útil para valorar el costo de depuración de las aguas residuales de origen público-urbano. La relevancia de esta información depende, por supuesto, tanto de la aceptación de las premisas de partida como el uso que se haga de ella.

Presión sobre los sistemas hidrológicos hídricos.

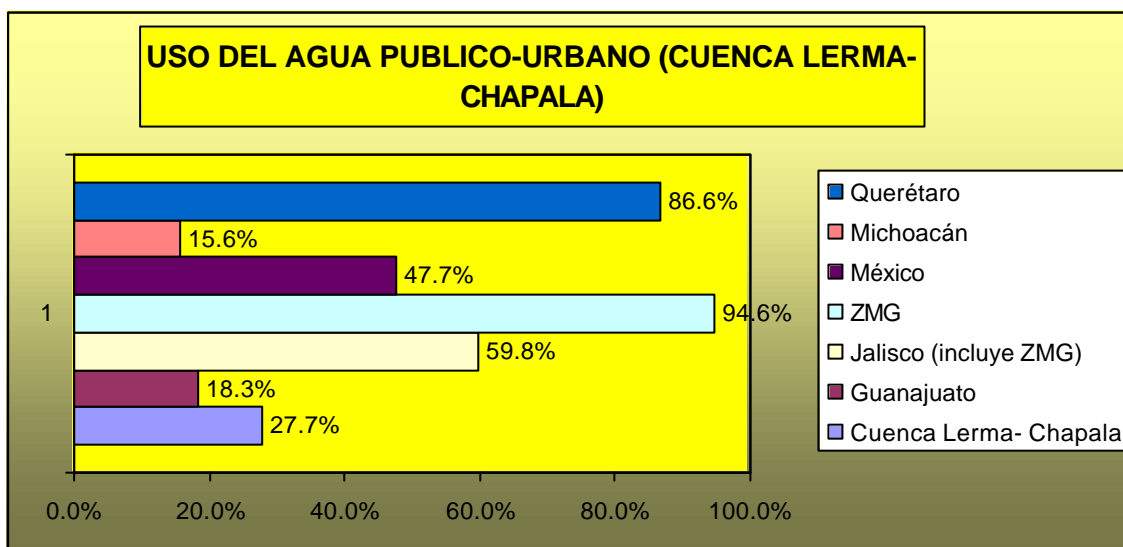
En México, la evolución de la presión sobre el uso del recurso hídrico depende en primer lugar del papel de la agricultura de riego para hacer frente al incremento en la demanda de alimentos que se acompaña, previsiblemente, al aumento de la población; un ejemplo de ello es la Región hidrológica Lerma-Chapala en donde la demanda de agua para usos agrícolas es el 68.1 %, indicador muy similar al que registra el Estado de Jalisco con un 71.4 %.

TABLA - I -

CUENCA LERMA-CHAPALA (Demanda de Agua 2004)							
	CUENCA	Guanajuato	Jalisco	ZM Guadalajara	México	Michoacán	Querétaro
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
AGRICULTURA DE RIEGO							
SUPERFICIAL	68.1%	78.1%	71.4%	-	47.4%	81.4%	-
GANADERÍA	2.5%	2.1%	7.0%	-	2.7%	2.3%	6.8%
PESCA	-	-	-	-	-	-	-
MINERÍA	0.4%	0.6%	0.1%	0.3%	0.3%	n.s.	0.9%
MANUFACTURAS	0.1%	0.1%	n.s.	0.3%	0.2%	n.s.	0.3%
CONSTRUCCIÓN	0.1%	n.s.	n.s.	0.4%	0.1%	n.s.	0.4%
SERVICIOS PRIVADOS	1.2%	0.8%	0.6%	4.4%	1.7%	0.6%	5.0%
PUBLICO URBANO	27.7%	18.3%	20.8%	94.6%	47.7%	15.6%	86.6%
n.s.: No significativo.							
Nota: en el caso de Jalisco se excluye la ZMG							
Fuente: Comisión Nacional del Agua, Sistema nacional de información. 2005. México.							

En segundo lugar, la presión sobre los sistemas hidrológicos depende de la dotación doméstica per-capita³ de las sociedades emergentes urbanas que por lo general son grandes centros urbanos como la Ciudad de Querétaro, Morelia, León y la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), en donde las previsiones de la demanda de agua apuntan hacia un incremento sustancial. Cabe señalar que los patrones de demanda registran diferencias, mientras que el Estado de Querétaro destina el 86.6% de sus recursos hídricos al uso público urbano, en Jalisco se distribuye para este uso, sólo el 20.8% (excluyendo la ZMG), Estados como Michoacán y Guanajuato presentan indicadores similares a esta Entidad.

GRAFICA - I -



Fuente: Comisión Nacional del Agua, Sistema nacional de información. 2006. México.

Por último la presión sobre algunas regiones hidrológicas, depende asimismo de la demanda industrial de agua que se registra en las entidades más desarrolladas de nuestro país. Por lo tanto no es de extrañar que, a la vista del crecimiento de la población urbana, así como del nivel de dotación exigidos para satisfacer las necesidades de estas metrópolis, un número creciente de ciudades como León, Querétaro y la ZMG, se encuentren en una situación de tensión hídrica⁴, la cual se considera se hará más evidente en el corto plazo.

³ La dotación doméstica per-cápita se define como al volumen de agua que considera el consumo de todos los servicios que se hacen por habitante por día, incluyendo pérdidas físicas. Este parámetro está en función del clima y el nivel socioeconómico de la población a beneficiar con el proyecto y las pérdidas físicas estimadas para la red de distribución.

⁴ De acuerdo al Banco Mundial, se considera Tensión hídrica a la dotación per cápita de menos de 1,700 m³/año .

Algunas causas económicas de la degradación de los sistemas hidrológicos.

Resulta evidente, que los sistemas hidrológicos nos proporcionan un volumen de recursos hídricos que tienen indudable valor para la especie humana, ya que le permite satisfacer toda una serie de necesidades, comenzando por las más básicas. Sin embargo, la presión ejercida sobre estos sistemas es de origen antropológico, que se origina, generalmente porque una serie de agentes (personas, empresas, instituciones públicas) se comportan de tal forma que, al resolver determinados problemas particulares al usar el agua, generan como consecuencia un deterioro ambiental, cabe destacar que muchos de estos problemas tienen contenido marcadamente económico.

Desgraciadamente, el sistema de gestión que han instrumentado los diferentes Organismos Operadores de Agua Potable, ha sido incapaz de poner un precio al uso del agua que refleje su valor económico. Esto no quiere decir que la ausencia de una valoración económica del agua sea la única responsable de la degradación de los sistemas hidrológicos, pero sí se considera un factor de los más importantes. Esta carencia de valor aparece en dos contextos: Una dimensión inadecuada en el suministro de agua potable y la ausencia de un costo de tratamiento de agua residual de origen público urbano.

I. Dimensión inadecuada en suministro de agua potable

Cuando el Gobierno Federal concede una asignación o concesión de agua, sólo toma en cuenta lo que los usuarios demandantes están dispuestos a pagar por el derecho de aprovechar el agua superficial o subterránea. No introduce de ninguna manera en el pago de derechos el valor de la externalidad que se da por una sobreexplotación o contaminación por descargas de aguas residuales. Por su parte, los asignatarios o concesionarios de agua localizados en grandes centros urbanos e industriales, no incluyen en el valor del agua un precio que refleje un costo del agua por volumen aprovechado o potabilizado (según sea el uso), actitud que de inicio genera una divergencia entre lo que es ambientalmente rentable y lo que es socialmente rentable. Descubrir este valor y obligar a quién se beneficia de este recurso a introducirlo en una contabilidad de costos y beneficios podría ser, por lo tanto, un paso en la dirección correcta.

Veamos un ejemplo de esta práctica, particularmente de los organismos operadores de agua potable, únicamente consideran como variables de análisis los costos y gastos operativos con los cuales determinan una tarifa de agua, en la cual sustentan sus actividades de operación⁵. Conviene señalar que cada sistema de potabilización en función de los procesos involucrados requiere de un conjunto de acciones específicas para hacerlas más eficientes y efectivas. Para ilustrar esta situación se consideró la operación de una planta potabilizadora que produce 543,912 metros cúbicos anuales de agua. El costo de esta actividad asciende a \$2'199,489.00 que son distribuidos en la adquisición de insumos, gastos generales, de operación y mantenimiento. Actualmente, existe a nivel mundial una gran demanda sobre los proyectos relacionados con la generación y provisión de agua potable, el desarrollo de tecnologías limpias, protección de la salud de la población y del medio ambiente; es por ello que los sistemas de potabilización de agua, los costos de operación y mantenimiento están principalmente influenciados por las exigencias de la tecnología.

⁵ En términos generales los costos y gastos considerados en la producción o transformación de agua cruda en agua potable, se pueden clasificar en costos de funcionamiento, y subdividirse en costos de operación y mantenimientos (mano de obra, Insumos químicos, energía eléctrica, control de calidad del agua y de tratamiento) costos de administración (mantenimiento de equipos, personal administrativo, gastos generales).

TABLA II
Costos de operación y mantenimiento para la potabilización del suministro de agua potable.

Concepto	Costo anuales
COSTOS OPERATIVOS	
Costos de funcionamiento	
Insumos químicos	\$ 261,360.00
Operación y mantenimiento	\$ 1,653,900.00
Gastos de administración	\$ 237,691
Gastos generales	\$ 46,538
	\$ 2,199,489.00
PRODUCCION ANUAL M3.	543,912
COSTO POR M3.	4.04

Fuente: Elaboración propia con datos del Organismo Operador de la localidad El Refugio Mpio. de Tala, Jalisco. (2006)

Como podrá observarse el costo medio por metro cúbico que en este caso fue de \$ 4.04 es el valor que considera el organismo operador para establecer su tarifa de suministro de agua potable⁶. En este caso las instituciones encargadas del suministro de agua potable no introducen el pago de derechos por el valor de la externalidad que se da por una sobreexplotación de los recursos hídricos en la zona de explotación y abastecimiento.

Cabe señalar que uno de los objetivos prioritarios de los Organismos Operadores debe ser instrumentar estrategias que le permitan lograr su sostenibilidad financiera. Esto requiere establecer una política tarifaria sustentada en la integración de siguientes variables: costos de operación; mantenimiento; amortización del costo de inversión de la infraestructura hidráulica⁷ (captación y conducción); los costos financieros; y el capital de trabajo.

En este caso el costo de inversión inicial considera la inversión para construir una planta nueva para potabilizar agua para el uso y consumo humano que cubra la demanda de la población expresada durante el período de diseño. El análisis contempla el desarrollo y operación durante cinco años de una Planta Potabilizadora con capacidad de 20 litros por segundo (l.p.s.) para proporcionar un flujo de agua que cumpla con los parámetros y valores indicados en la norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1 mediante el sistema de ósmosis inversa⁸. La inversión estimada para la infraestructura hidráulica es \$ 3,863,193.00. y \$ 2,457,022.00 para capital de trabajo. Las inversiones para el suministro de agua potable serían del orden de \$ 6,320,214.00⁹.

⁶ Sistema de potabilización mediante ósmosis inversa.

⁷ Los costos de inversión son los directamente asociados con la construcción física de los sistemas de tratamiento de agua. En este sentido, los principales factores que afectan dichos costos son: **a.-** Caudal de bombeo **b.-** caudal de tratamiento **c.-** tipo de tecnología de tratamiento **d.-** tipo de tecnología de construcción **e.-** materiales empleados en la construcción **f.-** herramienta y equipo de construcción mano de obra **g.-** condiciones geológicas del sitio de construcción **h.-** criterios de diseño **i.-** condiciones climáticas **j.-** localización geográfica **k.-** tipo y cantidad de recursos financieros utilizados y **l.-** nivel de servicio ofrecido.

⁸ En general, la calidad de agua que se requiere tratar o potabilizar, tiene una gran variación en cuanto a contaminantes que deben ser removidos, ello obliga a que cada planta de tratamiento sea adecuada a la fuente de la cuál se abastece.

⁹ Los montos de inversión que se señalan en este documento son estimativos, para realizar un presupuesto más específico es necesario realizar un estudio más profundo que incluya un levantamiento del área donde se desea instalar el sistema (disponibilidad de energía, topografía, tipo de suelo), contar con un análisis físico-químico completo del agua y determinar la calidad del agua requerida.

TABLA II I
Costos de inversión en la construcción de infraestructura para la potabilización de agua para uso doméstico

Costo de Inversión				
Inversión Inicial				
Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Capacidad (lps)	Subtotal
Equipo de bombeo	\$ 121,192	1	20	121,192
Tanque de regularización	\$ 122,500	1		122,500
Planta potabilizadora	\$ 3,337,000	1		3,337,000
Línea de conducción	\$ 32,500	1		32,500
Terreno	\$ 250,000	1		250,000
Subtotal	\$ 3,863,192			3,863,192
Capital de trabajo				2,457,022
				6,320,214

Fuente: elaboración propia: Estimación sustentada en una planta potabilizadora para una capacidad de 20 lps., con información proporcionada por diversas empresas constructoras. 2006.

En las obras de suministro de agua potable el financiamiento de la inversión puede ser adoptado como uno de los métodos para proveer fondos a los organismos operados para solventar sus costos de inversión. Por lo general estas dependencias recurren a contratar líneas de crédito, una de ellas es la referida a Financiación, FOMUN, que en apoyo a municipios maneja el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS)¹⁰.

El pago exigido por BANOBRAS por concepto de pago a la inversión es las anualidades. Para el caso del financiamiento de obras de suministro de agua potable; los proyectos son financiados en un 50.0% con este tipo de fondos, considerando 15.0 % del tipo de interés anual y un plazo máximo de 5 años. El 50.0% restante de las inversiones se piden que sean absorbidas por el Gobierno de Estado a fondo perdido. Cabe hacer mención que el costo de inversión considerada, como estudios preliminares y desarrollo de inversión, no son sujetas de financiamiento, debido son considerados como inversión diferida que forma la cual forma parte del gasto corriente del ejercicio presupuestal ejercido por las Instituciones Estatales, Municipales o Federales.

Bajo estas condiciones se estimó el perfil de los gastos financieros para la alternativa de inversión considera en este análisis. En este caso, como la inversión es de \$ 6,320,214.00 el monto a financiar sería por \$ 3,160,107.00 a una tasa del 15.0% anual y un plazo de 5 años para su amortización.

¹⁰ Las condiciones de esta línea de crédito que opera BANOBRAS son: Tasa anual de interés 15%; Plazo de amortización hasta 15 Años; Disponible para Municipios para otorgar una línea de crédito con un monto hasta de 1 millón de Dólares, y para poblaciones entre 2500 a 100,000 habitantes.

TABLA IV
Estimación de la amortización del capital y gastos financieros

COSTO FINANCIERO					
Inversión total	6,320,213.73				
Préstamo	3,160,107				
Tasa	15%				
Periodo	5 años				
Periodo	Saldo Inicial	Interés	Capital	Total	Saldo Final
1	3,160,107	474,016	632,021	1,106,037	2,528,085
2	2,528,085	379,213	632,021	1,011,234	1,896,064
3	1,896,064	284,410	632,021	916,431	1,264,043
4	1,264,043	189,606	632,021	821,628	632,021
5	632,021	94,803	632,021	726,825	-

Fuente: Elaboración propia, considerando el costo de inversión determinado en cuadro II. 2006.

Si la estructura tarifaria considera el costo de inversión y la amortización de la en infraestructura hidráulica, así como los costos financieros, capital de trabajo y los costos operativos se tendría el siguiente escenario.

TABLA V
Evaluación de la tarifa por metro cúbico de agua para el uso público urbano

AÑOS							
		2006	2007	2008	2009	2010	
Concepto	0	1	2	3	4	5	
Habitantes		5,890	5,974	6,060	6,146	6,234	
Producción (m3/año)		543,912	543,912	543,912	543,912	543,912	
Consumo		380,523	385,951	391,506	397,062	402,748	
Precio (\$/m3)	9.11						
Ingresos Operativos							
Facturación		3,466,909	3,516,363	3,566,974	3,617,595	3,669,399	
Egresos Operativos							
Insumos químicos		603,600	603,600	603,600	603,600	603,600	
Operación y mantenimiento		1,608,600	1,608,600	1,608,600	1,608,600	1,608,600	
Gastos de administración		237,691	237,691	237,691	237,691	237,691	
Gastos generales		7,131	7,131	7,131	7,131	7,131	
Costos Financieros		474,016	379,213	284,410	189,606	94,803	
Depreciación		355,049	355,049	355,049	355,049	355,049	
Ut. Neta		180,823	325,080	470,494	615,918	762,525	
Ingresos No Operativos							
Préstamo	3,160,107						
Depreciación		355,049	355,049	355,049	355,049	355,049	
Valor de desecho							2,087,947
Capital de trabajo							2,457,022
Egresos No Operativos							
Inversión	6,320,214						
Pago a capital		632,021	632,021	632,021	632,021	632,021	
Flujo de efectivo	- 3,160,107	- 96,150	48,107	193,522	338,945	5,030,522	
VAN		-\$0.0					
Tasa de descuento		12.00%					
TIR		12.00%					

Fuente: Elaboración propia considera el costo de inversión y la amortización de la en infraestructura hidráulica, así como los costos financieros, capital de trabajo y los costos operativos. (2006).

Ahora bien, en el caso de que el usuario consumidor tuviera que soportar en una primera instancia todos los costos privados que supone el suministro de agua, tendría que pagar al menos \$ 9.11 pesos por cada metro cúbico que suministrar el organismo operador. Según los cálculos realizados en la tabla IV en donde se determina ese precio que es donde el organismo operador no obtiene utilidades pero tampoco incurre en pérdidas, cubriendo con ello los costos privados y el costo de oportunidad, habiéndosele asignado a éste último a un costo de capital del 12 por ciento con el cual maneja regularmente los proyectos de infraestructura financiados por BANOBRAS.

En práctica las tarifas de agua potable son subvencionadas por el gobierno a través de subsidios directos; en este caso particular si se toma como referencia el importe de potabilización de \$ 9.11 y el costo de operación que utilizan los organismos operadores para cobrar sus tarifas que en esta caso particular fue de \$ 4.04; el subsidio a la oferta por suministro de agua potable sería de \$ 5.07 por metro cúbico.

La conveniencia de instrumentar una política en donde el usuario consumidor tuviera que soportar todos los costos privados que supone el suministro de agua, puede Inducir a la población hacer un uso racional del agua y disminuir las externalidades negativas que se presentan por una sobreexplotación de los sistemas hidrológicos que se ha venido engendrando por un desarrollo regional focalizado el cual ha dado como resultado, un uso excesivo de los recursos hídricos y un subsidio superior a lo deseable.

Ausencia de un costo de tratamiento de agua residual de origen publico urbano

La degradación de los recursos hídricos, es un acompañante necesario aunque no deseable del proceso de producción, distribución y consumo de bienes y servicios; en otras palabras, la satisfacción de una serie de necesidades. Una conducta que trata de satisfacer necesidades, en este caso básica como lo es el uso del agua publico urbano, que no toma en cuenta el valor total del activo que utiliza genera externalidades negativas sociales muy importantes para regiones que se restringen de usar o que reciben caudales de aguas residuales sin tratamiento alguno. Esto debido a que el marco institucional en el que opera nuestra sociedad, no obliga a tomar en cuenta esa pérdida de valor que genera. Cuando el gobierno da en concesión o asignación cierto volumen de agua, sólo toma en cuenta lo que el demandante tiene que pagar por el derecho de explotación de las aguas nacionales. No introduce de ninguna manera en este valor las externalidades negativas que sobre el resto de la sociedad impondría al hacerlo.

Es importante, en este sentido, sopesar cuidadosamente el bienestar que proporciona la explotación del recurso, con el costo de hacerlo, para tratar de lograr alguna noción de equilibrio. Vamos a intentarlo con la ayuda de algunos elementos muy simples realizar un análisis económico respecto a esta problemática.

Analicemos por ejemplo, el caso de descargas de aguas residuales de origen urbano, en una entidad que generan 138.54 m³/día y 41,562 m³/año, que le ocasiona un pago de derechos por \$ 461,742.7 anuales, con una tarifa de 11.11 por metro cúbico por descargas de aguas residuales al sistema de alcantarilla.

En este caso, si el usuario opta por hacer uso del pago de derechos de descargas sus aguas residuales al sistema de alcantarillado, implica, dejar en manos del prestador del servicio (organismo operador) la elección y responsabilidad de sanear las aguas residuales o no hacerlo. Si la entidad operador no toma las medidas para depurarlas (que por lo regular se opta por esta decisión), ello se traduce en una degradación del medio receptor; que puede ser un curso fluvial, el litoral, el propio acuífero que incluso cuando se procede a su depuración, es difícil que el agua recupere su calidad original.

TABLA VI
Pago de derechos por descargas de aguas residuales al sistema de alcantarillado

Volumen de descargas de aguas residuales de origen público urbano	138.54	m3/día
Costo por pago de derechos por metro cúbico	11.11	\$/m3
Volumen anual de descargas de aguas residuales	41,561.0	m3/año
Pagos de derechos por descarga de contaminantes	461,742.7	\$/año

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El costo por pago de derecho a descargar al sistema de alcantarillado municipal se calculó con base a las cuotas que estableció el SIAPA en la ZMG para las descargas de aguas residuales de origen público urbano, (2006). Se consideró un periodo de operación de 25 días mensuales.

Si se internalizan los costos de reposición para recuperar el valor integral perdido por el uso de recursos hídricos, la sociedad puede recuperar el valor de los activos de los sistemas hidrológicos. En el caso, del uso público-urbano el valor económico de reposición de la calidad del agua se podría medir analizando el costo de las inversiones necesarias para neutralizar los daños que causan las descargas de aguas residuales. Por ejemplo, si se tomara la decisión de sanear los 41,561 M3. anuales de aguas residuales para cumplir con la Norma oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996¹¹, se tendría que incurrir en costos de inversión por la cantidad de \$ 2,822,478.13; que incluye el costos de la Planta de tratamiento, la obra civil la subestación eléctrica, la puesta en marcha e imprevistos para estabilizar la planta¹².

TABLA VII
Costos de inversión para la construcción de la infraestructura de una planta de tratamiento

INVERSIONES				
Concepto	Importe	Vida útil	Valor de rescate	
Planta de tratamiento agua residual 2.5 lps ó 213 m³:	\$ 1,289,181.83	10	20%	257,836.37
Obra Civil	\$ 1,264,187.24	25	40%	505,674.90
Subestación Eléctrica para 30 Kv. Incluye:	\$ 159,035.50	10	15%	23,855.33
Puesta en marcha	\$ 60,145.26			
Varios:				
* Análisis de agua una vez estabilizada la planta según norma oficial	\$ 17,428.30			
* Pruebas de tratabilidad para estabilizar la planta	\$ 32,500.00			
Inversión Total	\$ 2,822,478.13			

Fuente: Elaboración propia considerando los precios comerciales correspondientes a la obra civil, subestación eléctrica, puesta en marcha y estabilización de la planta. (2006)

¹¹ La Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano municipal.

¹² Se considera una planta de tratamiento agua residual 2.5 lps que incluye: Planta LOTSS serie PK construcción estructural en acero al carbón de 6 metros diámetro altura de 6 metros, la integra un soplador, redes de aireación, equipo de control, desatadores, sistemas de retorno de lodos, equipo de dosificación de cloro, equipo hidráulico y neumático y todo lo necesario para su correcta instalación.

Si todos los usuarios tuvieran que soportar todos los costos que supone el tratamiento de aguas residuales; los organismos operadores deberían contabilizar las inversiones requeridas para la construcción de la planta de tratamiento, los costos de capital¹³, operación y mantenimiento que se detallan en la tabla VIII, esto implicaría un costo aproximado de \$ 11.79 por m³, Se tendría un costo de tratamiento de \$11.78 contra \$11.11 que cobra el organismo operador por derechos de descarga al sistema de alcantarillado, e lo que significa que al usuario le resultaría \$ 0.68¹⁴ más caro tratar sus aguas residuales que lo que se cobra (en este caso el organismo operador SIAPA)¹⁵ por derechos de descarga al sistema de alcantarillado.

TABLA VIII
Evaluación de la tarifa por metro cúbico del tratamiento de aguas residuales de origen público urbano

EVALUACION DE LA PLANTA TRATAMIENTO											
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Descargas (m3/año)											
Tratamiento/Producción (m3/año)		41,561	41,561	41,561	41,561	41,561	41,561	41,561	41,561	41,561	41,561
Costo de tratamiento	11.79										
Ingresos Operativos											
Beneficios por tratamiento		490,076	490,076	490,076	490,076	490,076	490,076	490,076	490,076	490,076	490,076
Egresos Operativos											
Energía eléctrica		11,138	11,138	11,138	11,138	11,138	11,138	11,138	11,138	11,138	11,138
Químicos		5,278	5,278	5,278	5,278	5,278	5,278	5,278	5,278	5,278	5,278
Mantenimiento		12,219	12,219	12,219	12,219	12,219	12,219	12,219	12,219	12,219	12,219
Personal de operación		6,774	6,774	6,774	6,774	6,774	6,774	6,774	6,774	6,774	6,774
Costo Financiero											
Depreciación (planta de tratamiento)		103,135	103,135	103,135	103,135	103,135	103,135	103,135	103,135	103,135	103,135
Depreciación (obra civil)		30,340	30,340	30,340	30,340	30,340	30,340	30,340	30,340	30,340	30,340
Depreciación (subestación eléctrica)		13,518	13,518	13,518	13,518	13,518	13,518	13,518	13,518	13,518	13,518
Beneficios Netos		307,673	307,673	307,673	307,673	307,673	307,673	307,673	307,673	307,673	307,673
Ingresos No Operativos											
Préstamo											
Depreciación		146,993	146,993	146,993	146,993	146,993	146,993	146,993	146,993	146,993	146,993
Valor de desecho											787,367
Capital de trabajo											
Egresos No Operativos											
Inversión	2,822,478.13										
Reinversiones											
Pago a capital											
Flujo de efectivo	- 2,822,478	454,667	454,667	454,667	454,667	454,667	454,667	454,667	454,667	454,667	1,242,033
VAN	\$0										
Tasa de descuento	12%										
TIR	12%										

Fuente: Elaboración propia, con datos de los cuadros V y VI.(2006)

Sí al uso de agua público urbano se le impusieran los costos del suministro y saneamiento, los usuarios tendría que pagar integralmente \$20.90 por metro cúbico suministrado (\$9.11 por suministro + \$11.79 por tratamiento de aguas residuales).

¹³ El costo de capital representa la tasa de retorno exigida la inversión realizada de un proyecto, para compensar el costo de oportunidad de los recursos propios destinados a ella, la variabilidad del riesgo y el costo financiero de los recursos obtenidos en préstamos, si se recurriera a fuentes de financiamiento. Nassir S.Ch. p.285, 2004.

¹⁴ Este método consiste simplemente en calcular los costos de reposición necesarios para sanear las aguas residuales y volver a su estado natural las características físico-químicas del agua que son afectada negativamente por un cambio en la calidad o ambiental, que debe estar originalmente explicada parcialmente por el costo de saneamiento.

¹⁵ SIAPA. Sistema intermunicipal de agua potable y alcantarillado. Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco. México.

En este sentido la divergencia entre lo que es ambientalmente rentable y lo que es socialmente deseable es de \$16.86 por metro cúbico de agua (\$ 20.90 por cuota integrada, menos los \$ 4.04 que generalmente pagan los usuarios por suministro de agua potable) que es la cantidad que no cubren los usuarios por aprovechar y hacer uso de los sistemas hidrológicos.

Si se instrumentara una política de integrar el costo de saneamiento se podría equilibrar el beneficio que proporciona toda el agua consumida, el costo de suministro y los efectos negativos que ocasionan las aguas residuales sin tratamiento alguno. Sin embargo, contemplando esta problemática desde una perspectiva global, el proceso es algo más complejo, ya que se tendría que tomar en cuenta aspectos socioeconómicos y principalmente la disposición a pagar por los usuarios.

Conclusiones

En este documento se han analizado algunas de las causas que influyen en la degradación de los sistemas hidrológicos. Se ha señalado cómo los precios son las señales que informan sobre el valor de recursos hídricos.

Sin embargo, el objetivo de este trabajo no es alcanzar un juicio definitivo sobre la determinación de un precio como mecanismo para la asignación o concesión de los recursos hídricos. Se trata más bien de ir delimitando con mayor precisión el ámbito de decisión social en que sería aplicable. Esto no quiere decir, en cualquier caso, que la contribución del método de valoración que acabamos de analizar sea irrelevante. Por un lado, ayuda a conocer mejor el costo de las medidas correctivas de usar el agua para un bienestar futuro de las personas; por otro, induce a los tomadores de decisiones en la gestión del agua a plantearse algunas preguntas, sobre todo alrededor del concepto de costo de oportunidad, que no deja de tener importancia en el abastecimiento y saneamiento de agua para el desarrollo urbano regional.

Por último, se puede señalar que si los organismos operadores no toman ningún tipo de medidas para sanear sus aguas residuales, el perjuicio se reparte también con sus propios usuarios. Una práctica que ya se ha vuelto cotidiana en los usuarios del agua público-urbano, es que ante la pérdida de calidad de este recurso, no tienen más remedio que adquirir agua purificada para su consumo doméstico, lo que ha generado un beneficio extraordinario a los propietarios de las plantas embotelladoras en detrimento de la economía de las familias. Por ello, se debe tomar en cuenta la pérdida de valor económico que experimenta la sociedad debido a la degradación de un determinado sistema hidrológico.

Bibliografía

Adger, W.N., K. Brown, R. Cervigni y D. Moran (1995), "Total economic value of forest in México" *Ambio*, 24 (5): 286-296.

Azqueta, D. (1996), "Desarrollo y degradación ambiental", en VV.AA., *Hacia un desarrollo económico y medioambiental sostenible*. Federación de Cajas de Ahorro Vasco, Navarras, Victoria.

Barba-Romero, S. (1994) "La decisión multicriterio en el análisis y la gestión de los recursos naturales, en D. Azqueta y A. Ferreiro, *Análisis económico y gestión de recursos naturales*, Alianza Editorial, Madrid.

Cuerdo, M., y J.L. Ramos Gorostiza (2000), *Economía y naturaleza: una historia de ideas*, Editorial Sintieses, Madrid.

Goodman, R. y H.H: Daly, S. El Serafy y B Von Droste (eds.) (1997) *Medio ambiente y desarrollo sostenible: más allá del Informe Brundtland*, Editorial Trotta, Madrid.

Leal, J., Rodríguez Fluxia (1998); *Guías para la evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo local*. Naciones Unidas, ILPES, Santiago de Chile.

Leipert, C. (1994), *Los costes sociales del crecimiento económico*, en F. Aguilera y V. Alcántara (eds.), *De la economía ambiental a la economía ecológica*, Fuhem-Icaria, Madrid.

Morán, F. (2005), *Tópicos para la evaluación de Proyectos de Inversión*. Inédito.

Nassir S.Ch. (2004), *Evaluación de proyectos de inversión de la empresa*, Ediciones PEARSON Prentice Hall, Argentina.

PNUMA (2000) , *Perspectivas del medio ambiente mundial, Global Environment Outlook (GEO 2000)*, Ediciones Mundi-Prensa , Madrid.

Ray, A. (1984), *Cost-Benefit Analysis: Issues and Methodologies*, The John Hopkins University Press para el Banco Mundial, Baltimore.

Riera, P. (1994), *Rentabilidad social de las infraestructuras: Las Rondas de Barcelona*, Cívitas, Madrid.