

Valoración económica de la calidad del agua potable en León, Guanajuato

Ramón Valdivia Alcalá¹
Marco Antonio Delgadillo Vázquez¹
Dora Ma. Sangerman-Jarquín²
Juan Hernández Ortíz^{1§}
Fermín Sandoval Romero³
Ángeles Suhgey Garay Jácome¹

¹División de Ciencias Económico Administrativa-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México. CP. 56230. Tel. 595 9521500, ext. 1668. (ramvaldi@gmail.com; madv071991@gmail.com). ²Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes- Texcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. CP. 56250. Tel. 55 38718700, ext. 85353. (sangermn.dora@inifap.gob.mx). ³Consultor-Investigador independiente. Cerrada Camino Real 8, San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México. CP. 56220. Tel. 595 1020168. fsandoval.romero@gmail.com.

§Autor para correspondencia: jhdzo@yahoo.com.mx.

Resumen

El agua es un recurso natural sobre el que existe una gran presión y problemática en el mundo y en México. En el acuífero del Valle de León, Guanajuato, México, existe escasez, contaminación y sobredemanda por parte de la población del área metropolitana de la ciudad de León, una de las de más pobladas del país. Actualmente la ciudad se abastece principalmente de los acuíferos del Valle de León, con la esperanza de recibir agua de la presa del Zapotillo. El objetivo de la investigación fue estimar la disponibilidad a pagar por parte de los consumidores de agua potable por una mejor calidad del agua que consumen los habitantes, misma que entrega a los hogares el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León. El método de valoración utilizado fue el de valoración contingente, que permite asignar un monto monetario tanto al valor económico de uso como al de no uso (valores de existencia y legado). Utilizando un modelo de utilidad aleatoria lineal y haciéndolo operativo a través del modelo de probabilidad de regresión logística, se estimó que la disponibilidad a pagar de los hogares de la ciudad es de \$182.00 mensuales. Se concluye que el monto estimado anual de \$1 034 millones representa el excedente del consumidor sobre cual se evaluarán los costos de construir nueva infraestructura, mejorar la existente e incorporar tecnologías por parte del organismo encargado del suministro de agua potable y del alcantarillado.

Palabras clave: disponibilidad a pagar, escasez de agua, modelo de utilidad aleatoria, preferencias declaradas.

Recibido: enero de 2022

Aceptado: marzo de 2022

Introducción

El agua es un bien escaso, su escasez se ha incrementado en los últimos años debido a varios factores entre los que es posible mencionar: el aumento de la población, el incremento de la actividad económica, su uso como diluyente de desechos y la contaminación derivada de las actividades humanas que la deja inutilizable para casi todos los usos. Los efectos del cambio climático, hace que los fenómenos de escasez y abundancia sean cada vez más frecuentes.

La competencia entre los diferentes usos en algunos momentos y algunos lugares es fuerte. Cualquiera que sea la asignación que se determine para el recurso hídrico, implica que no estará disponible para otros usos. En el mundo se registran países y ciudades con alarmantes condiciones de falta de agua, México no es la excepción. De acuerdo con CONAGUA (2018), México solo dispone de 1% del agua dulce a nivel mundial, recibe una precipitación de casi 1 449 471 millones de metros cúbicos y el uso del agua tiene dos propósitos que son su consumo en el sector económico y el otro es la generación de energía. Se señala también que los mayores consumidores de agua son la agricultura con 76% y el abastecimiento público con 14.4%. México incorporó a su legislación la planificación y programación hídrica del modelo global, por medio de la Ley de Aguas Nacionales en 2004, lo que se ha denominado ‘Gestión Integrada de los Recursos Hídricos’ (Scott y Banister, 2008; Silva *et al.*, 2018).

El municipio de León, Guanajuato, en 1990 contaba con una población de 867 120 habitantes en 148 localidades y en 2020 una población de 1 721 215 en 573 localidades. Es decir, en 30 años la población del municipio casi se duplicó y se asentó sobre un número de localidades que creció exponencialmente (INEGI, 1991; INEGI, 2021). El crecimiento del municipio de León se ha dado por el crecimiento y desarrollo económico del Bajío en Guanajuato. En la última década del siglo XX, la urbanización y metropolización de áreas rurales tanto por industria y servicios como la población que se asienta por la existencia de fuentes de trabajo.

El crecimiento demográfico, espacial y operativo, ha acarreado a la Ciudad de León, los problemas de gestión y gobierno asociados a su desarrollo como metrópoli. Por ejemplo: suministro de agua potable, la gestión de aguas residuales, provisión de vías de comunicación, desarrollo urbano, desarrollo recreativo, desarrollo de actividades económicas e industriales, provisión de servicios como seguridad y sanidad, entre otros (Khan, 2018).

De acuerdo con SAPAL (2021) la promesa de dicho organismo municipal a la población del municipio es ‘Agua para siempre’, su misión ‘Brindar los servicios de agua potable, saneamiento y aprovechamiento del agua tratada a la población de la Ciudad, con oportunidad y sustentabilidad’ teniendo como visión ‘Adoptar las mejores prácticas a nivel mundial relacionadas con el suministro, distribución y consumo, tratamiento y reúso del agua para garantizar la sustentabilidad del municipio de León y su zona metropolitana’. También de acuerdo con SAPAL (2021) con 1 455 pozos se extrae agua del acuífero del Valle de León de los cuales 247 se ubican en la Ciudad de León y su área conurbada, 29 en Purísima del Rincón, 28 en Silao, 18 en San Francisco del Rincón y los restantes pozos son concesionados.

En materia de servicios, de acuerdo con INEGI (2021) de las 440 870 viviendas existentes en el municipio 96% dispone de agua entubada sea dentro de la vivienda o en el respectivo patio. SAPAL (2021) dice tener una cobertura de 98% con total de tomas de agua de 476 080. De estas 94.4% son tomas domésticas (449 319), 4.8% son tomas comerciales (22 753), 0.5% tomas industriales (2 611) y 0.3% son tomas de beneficencia (1 397).

No obstante, la amplia cobertura que se da la población del municipio de acuerdo con el propio SAPAL (2021), el agua se extrae de pozos con una profundidad de 100 m o más y el municipio padece de un fuerte estrés hídrico, a pesar de las actividades que se realizan para encontrar nuevas fuentes, mejorar regulación del mercado del agua y promover el reúso del recurso. En adición a lo anterior, se fomentan acciones de sostenibilidad ambiental como regulación e incorporación de parques industriales, tratamiento de agua residual y control de descargas. También se incorporan acciones de constante mejora de operación y eficiencia operativa, eficiencia energética con el uso de energías limpias, capacitación a su personal humano, licitaciones virtuales y acciones de transparencia y finanzas sanas.

El ingreso propio del SAPAL para 2021 por servicio de agua, saneamiento, agua tratada, derechos de incorporación y otros, como servicios de salud, son de \$2 317 945 002.00 provenientes de sus 468 000 clientes (SAPAL, 2021). El IPEGEG (2021) define cinco zonas metropolitanas a nivel estatal que no necesariamente coinciden con las definidas a nivel federal. La zona metropolitana estatal de León comprende los municipios de León, Silao de la Victoria, San Francisco del Rincón y Purísima del Rincón.

En el estudio realizado por Silva *et al.* (2018) se afirma que el servicio de agua potable en León, Guanajuato, es un servicio municipalizado y ha sido un proceso de transferencia negociada del agua de las comunidades rurales que se ha llevado a cabo mediante el traspaso de la gestión y de la infraestructura al municipio.

Dado el crecimiento de la ciudad de León y su zona metropolitana, el abastecimiento de agua potable para la población y para el funcionamiento de las actividades productivas y de servicios, se convierte en un reto y como ya se comentó motiva a la búsqueda de soluciones en una amplia gama de opciones. Una de ellas, tal vez la más prometedora, está en la posibilidad de recibir agua de la presa ‘El Zapotillo’ situada en los altos de Jalisco, sin embargo, por aspectos de gobernanza, es algo que está en duda, en cuanto a si esto ocurrirá, cuándo ocurrirá y cuánta agua podrá recibir.

La presa El Zapotillo pretendía el suministro de agua potable durante 30 años para beneficiar una población de 1 411 000 habitantes (316 000 de 14 municipios de los Altos de Jalisco y 1 095 000 habitantes de la Ciudad de León, Guanajuato). La ingeniería determinó inicialmente una altura de la cortina de 80 m, pero después se contempló abastecer no solo los 14 municipios de Jalisco y la Ciudad de León, sino también el área conurbada de Guadalajara. Ello requería que la cortina de la presa fuera no de 80 m de altura sino de 105 m para poder obtener un mayor volumen de agua.

Esta decisión causaría también la inundación del pueblo de Temacapulín, Jalisco, debido al embalse de la presa con cortina de 105 m y aun cuando a los pobladores de dicho pueblo se les ofreció incrementar el dique de contención para evitar la inundación de dicha comunidad, estos se inconformaron y con distintas organizaciones defensoras del medio ambiente, organizaciones no gubernamentales, entre otros, han interpuesto y ganado distintos amparos de los cuales han ganado algunos, lo cual ha mantenido la construcción de la presa el Zapotillo detenida (López, 2012).

La valoración del agua ha sido un tema muy discutido por las implicaciones sociales, culturales, religiosas y económicas que se asocian a dicho recurso. Sin embargo, uno de los cuatro ‘Principios de Dublín’, adoptado en la Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente de 1992 en Dublín, sostiene que ‘el agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debe reconocerse como un bien económico’.

El agua es un bien diferente al resto de los bienes que consumen los individuos debido a sus características especiales que imponen retos a diferentes acciones, como el diseño de instituciones de gestión y su asignación, así como para la formación de mercados (Young y Loomis, 2014). Se han desarrollado enfoques alternativos para analizar la valoración de recursos. Young y Loomis (2014) señalan que los filósofos distinguen entre valores intrínsecos y extrínsecos. Los extrínsecos se refieren en cuanto a su contribución a mejorar el bienestar humano. Estos valores en términos aplicados se han reflejado en medidas de bienestar que encuentran su representación práctica en unidades monetarias. El cambio en el bienestar de un individuo, para valorar una mejora propuesta se mide como la cantidad máxima que esa persona estaría dispuesta a renunciar para alcanzar dicha mejora. Para un cambio que reduce el bienestar la medida es la cantidad mínima requerida para aceptar el cambio. Entonces, un criterio aceptado por los economistas de los recursos naturales es que, los resultados de una política deben basarse en el concepto de voluntad a pagar, también conocido como disposición a pagar (DAP).

Hay varios métodos de valoración del agua. Una clasificación ordenó a los principales métodos en cuatro categorías diferentes basadas en gran medida en dos criterios. El primer criterio de agrupación se basa en si las observaciones de la conducta se llevan a cabo a través de comportamiento de los participantes dentro de los mercados ‘reales’ o si el comportamiento se obtiene como una respuesta hipotética a escenarios de mercado construidos. El segundo criterio está determinado por si los valores monetarios derivados de la técnica se observan en los mercados o simplemente se infieren del comportamiento y las preferencias (Aylward *et al.*, 2010).

Young y Loomis (2014), identifican 17 métodos de valoración del agua, mismos que se aplican a diferentes usos del agua y a diferentes contextos. Proponen una taxonomía para su clasificación dividida en dos grupos: Los métodos inductivos y los deductivos. El método utilizado en esta investigación, el de valoración contingente, en la primera clasificación está dentro de los de comportamiento hipotético. En la segunda, está dentro de los inductivos.

El método de valoración contingente se ha utilizado para valorar bienes o servicios que tienen las características de bienes públicos. De acuerdo con Aylward *et al.* (2010), es el más ampliamente utilizado por su flexibilidad y probablemente por permitir ‘evaluar el valor total que incluye el valor de uso pasivo’. Su uso comprende aplicaciones de valoración y disposición a pagar (DAP) para recursos naturales como parques nacionales (Tudela *et al.*, 2009), Reservas de la biosfera para conocer la valoración del servicio ambiental (Monroy *et al.*, 2011), servicios ecosistémicos (Navrud y Strand, 2018), en la valoración de lugares naturales e históricos (Tecpan *et al.*, 2016), para la creación de un fondo verde y mejorar la calidad del aire (Hernández *et al.*, 2019), para mejoras en áreas recreativas naturales (Valdivia *et al.*, 2011) y para conocer la valoración del agua en el sector industrial (Valdivia *et al.*, 2011), servicios ambientales en parques urbanos (Hernández *et al.* 2019), entre otros.

Para conocer la disposición a pagar para mejorar la calidad del agua, se tienen variadas aplicaciones del método de valoración contingente, como el realizado por (Tudela *et al.*, 2009), para el desarrollo y propuesta de una estrategia para tratar un caso de agua afectada por fluoruro (Roy y Chacaraborty, 2014), para conocer la disposición a pagar por servicios de agua potable en países sub desarrollados (Tudela *et al.*, 2009), para conocer la disposición a pagar por mejoras en la calidad del agua potable en áreas rurales (Cho *et al.*, 2005) y conocer la disposición a pagar por la reducción de contaminación de las actividades agrícolas al agua (Hite *et al.*, 2002) entre otros.

El objetivo de la investigación fue estimar la disponibilidad a pagar, por parte de los consumidores de agua potable, por una mejor calidad del agua que consumen y que entrega a los hogares el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León, Guanajuato (SAPAL).

Materiales y métodos

De acuerdo con CONAGUA (2020) el acuífero Valle de León es uno de los 22 acuíferos que se localizan en Guanajuato y se ubica en el extremo centro-occidental de dicha entidad federativa en el límite con Jalisco, entre los paralelos 20° 52' y 21° 22' de latitud norte y los meridianos 101° 25' y 101° 50' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 1 321 km². El municipio de León es uno de los 46 municipios de Guanajuato se encuentra localizado al oeste del estado en los límites con Jalisco. Tiene una extensión territorial de 1 221.6 km². La población total del municipio de León es de 1 721 215 habitantes (INEGI, 2021).

El municipio de León forma parte integrante de la zona metropolitana de León, que es la más poblada del estado y la región de El Bajío. Está conformada por los municipios de León y Silao. Las localidades del municipio que la conforman son la cabecera, León de los Aldama y las de Duarte, Loza de los Padres, Plan de Ayala, Santa Ana del Conde, Medina, Centro Familiar La Soledad y La Ermita.

Los datos utilizados en los modelos logísticos para estimar la disponibilidad a pagar por una mayor cantidad y calidad del agua potable por los consumidores de la Ciudad de León, se obtuvo de la aplicación de cuestionarios a una muestra probabilística de usuarios del servicio de agua potable. De los 165 cuestionarios que se tenían de las entrevistas directas a los consumidores finalmente se utilizaron 144 en la corrida de la regresión logística. Se eliminaron siete cuestionarios porque el entrevistado tuvo un comportamiento de protesta a la pregunta sobre su disponibilidad a pagar; es decir, a la pregunta respondió afirmativamente, pero rechazó decir un monto monetario concreto.

Se eliminaron también otros cinco cuestionarios pues se detectó que el entrevistado tenía un comportamiento estratégico, pues proporcionaba una cifra muy alta de monto que estaría dispuesto a pagar; es decir, que con dicho monto su comportamiento mostraba que podía influir en la realización del proyecto de mejora que en el escenario hipotético se le planteaba. Los otros nueve cuestionarios se eliminaron por no estar llenados correctamente por el entrevistador.

El diseño del cuestionario aplicado siguió las recomendaciones dadas en Mitchell y Carson (1989) para el formato de referéndum. En la tarjeta de pagos se mencionaba un rango de precios en el que el entrevistado podía elegir algún monto específico al responder la pregunta de si estaría dispuesto a pagar por una mayor disponibilidad de agua en caso de que solo contara con el servicio de agua un número restringido de horas al día o solo algunos días de la semana.

En caso de que en una de las primeras preguntas planteadas al inicio del cuestionario aplicado se detectara que usuario entrevistado disponía de agua potable toda la semana y la mayor parte de horas al día o las 24 h, el entrevistador procedía a aplicarle un cuestionario diseñado para entrevistarle sobre su disposición a pagar por una mayor calidad del agua. El rango de precios, que contenía también al cero, que se le proponía al usuario entrevistado se determinó a partir consultar a expertos en el tema de la valoración del agua y de pláticas informales con funcionarios relacionados indirectamente con la administración del agua y alcantarillado de León, Guanajuato.

El procedimiento metodológico utilizado para obtener la disponibilidad a pagar por una mayor cantidad de agua por el usuario de este servicio público tiene dos soportes. El primero es el argumento microeconómico que tiene que ver con los cambios en el bienestar del consumidor debida mejoramientos en la calidad de, por ejemplo, de la provisión de servicios de amenidades y recreativos o utilización de un servicio de provisión de agua potable. Ambos tipos de servicios comparten las características de servicios públicos. Las medidas de cambios en el bienestar son los excedentes del consumidor estudiados en la llamada economía del bienestar.

El primero es el excedente marshaliano del consumidor y que se obtiene a partir de la demanda ordinaria de un bien con precios observables o de mercado. Los otros dos tipos de excedentes del consumidor son la llamada variación compensatoria y la variación equivalente. Estos dos tipos de excedente se obtienen a partir de la función de demanda compensada y son llamados, en general, el excedente hicksiano del consumidor. En los métodos de valoración económica, de por ejemplo la disponibilidad y calidad del agua, es práctica común utilizar como aproximación monetaria al excedente hicksiano del consumidor a la llamada disponibilidad a pagar mientras la llamada disponibilidad a aceptar una compensación por una pérdida en el bienestar del consumidor se utiliza como una aproximación al concepto hicksiano de variación equivalente (Fischel, 1995; Johansson y Kristrom, 2012).

La metodología econométrica utilizada para el cálculo de la disponibilidad a pagar por una mayor cantidad de agua es el modelo de regresión logística. El modelo de la regresión logística pertenece a la familia de los modelos lineales generalizados que son una generalización del modelo de regresión lineal clásico que permite modelar las variables de respuesta que tienen una distribución de los errores diferente a la distribución normal.

Esto se refiere por lo general como una mayor flexibilidad en la modelación de las variables respuesta. Una característica fundamental de los modelos lineales generalizados es que la varianza es función de la media y no es constante como en la regresión ordinaria bajo el supuesto de homocedasticidad (Hardin y Hilbe, 2018). Las variables utilizadas en el estudio muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Definición de las variables utilizadas.

Variable	Descripción de las variables	Unidades	Escala
Dapcag	Disponibilidad para pagar por una mejor calidad del agua (No = 0, Si = 1)	Dicotómica	Ordinal
Mondap	Monto de la disponibilidad a pagar	Pesos	Discreta
Ingrehog	Ingreso del hogar	Pesos	Discreta
Gen	Género (0= femenino, 1= masculino)	Dicotómica	Ordinal
Edad	Edad del entrevistado	Años	Discreta
Nivest	Nivel de estudios	Años	Discreta
Intfam	Integrantes de la familia	Miembros	Discreta

Los datos correspondientes a las variables monto de la disponibilidad a pagar por una mejor calidad del agua e ingreso son datos de periodicidad mensual.

Resultados y discusión

Los estadísticos descriptivos de las variables utilizadas en la corrida del modelo de utilidad aleatoria lineal se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos de las variables del estudio.

Variable	Media	Desviación estándar	Valor máximo	Valor mínimo
Dapcag	0.6527	0.4777	1	0
Mondap	76.8333	53.5486	250	5
Ingrehog	7 510.42	4 339.79	15 000	3 000
Género	0.5208	0.5013	1	0
Edad	44.8125	12.3373	83	22
Nivest	3.2639	1.7096	8	1
Intfam	4.2152	1.8136	13	1

Con base en la salida del SAS 9.0.

Como se puede observar, de un total de 144 entrevistados sobre su disponibilidad a pagar por mejorar la calidad del agua potable 65.3% suministrada por el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de León, Guanajuato (SAPAL) contestó afirmativamente mientras que 34.7% respondió de forma negativa. El monto del promedio aritmético de la disponibilidad a pagar por una mejor calidad del agua fue de \$76.80 por mes.

Si bien en el cuadro de estadísticos descriptivos se están considerando los indicadores del ingreso mensual del hogar de acuerdo con (Haab y McConnell, 2002) en el procedimiento para estimar un modelo de utilidad aleatorio como una función de utilidad lineal, como es en este caso, un inconveniente es que debe eliminarse el ingreso como determinante de las respuestas al asumir que la utilidad marginal del ingreso es constante en todos los escenarios planteados por las preguntas de la valoración contingente. Por lo tanto, en la estimación econométrica de la disponibilidad a pagar dicha variable se excluye de la ecuación especificada para el modelo de regresión logística, como se verá más adelante.

El modelo de regresión logística de acuerdo con Haab y McConnell (2002) a partir del cual se pueden recuperar los parámetros para la estimación de la disponibilidad a pagar utilizando un modelo lineal de la utilidad aleatoria para el estudio de valoración contingente sobre la calidad del agua potable en el área metropolitana del Valle de León, Guanajuato, modelo con el que se calcula la disposición a pagar esperada con base en el vector medio de variables exógenas, el cual es: $E_{\varepsilon}(DAP|\alpha, \beta, \bar{z}) = [(\alpha/\sigma)/(\beta/\sigma)]\bar{z}$, donde E_{ε} = operador de valor esperado, α = vector de coeficientes de las variables en la matriz z que representan la estimación de α/σ y el coeficiente asociado a la variable de la cantidad ofrecida por el entrevistado sobre su disposición a pagar por una mejora de la calidad del agua es representado por β que es un estimado del parámetro teórico $-\beta/\sigma$.

El modelo de probabilidad empírico que hace operativo el anterior modelo general y del cual se recuperan los parámetros para estimar la disponibilidad a pagar es el siguiente: $P(\theta < (\alpha_0 + \alpha_1 \text{GEN} + \alpha_2 \text{EDAD} + \alpha_3 \text{NIVEST} + \alpha_4 \text{INTFAM} - \beta \text{MONDAP}))$, donde: P = denota

probabilidad; α_i son los respectivos parámetros asociados a las variables observables GEN, EDAD, NIVEST, INTFAM y MONFDAP que se han definido en el Cuadro 1 mientras que β es el parámetro asociado a la variable MONFDAP.

El modelo empírico se corrió utilizando el procedimiento PROC LOGISTIC del sistema SAS 9.0. Los resultados estimados se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Estimación del modelo binario de elección discreta.

Variable	Ordenada al origen	Mondap	Gen	Edad	Nivest	Intfam
Parámetro	0.3002	0.00378	0.2299	-0.029	0.4013	0.0609
Error estándar	(0.9496)	0.0034	0.374	0.016	0.1234	0.1125
χ^2 de Wald	0.1	0.0118	0.3768	3.2705	10.5736	0.2928
Likelihood Ratio (R)= 16.49		Pseudo-R ² de Mcfadden = R/U = 0.0887				
Upper Bound of R (U) = 85.96						

Con base en la salida del sistema SAS 9.0.

Como se puede observar individualmente los parámetros asociados a las variables sociodemográficas edad y el nivel de estudio son los únicos estadísticamente significativos de acuerdo con el valor de χ^2 . El valor de la pseudo-R² de McFadden de 0.0887 es un valor bajo para el ajuste del modelo estimado. Esto de acuerdo con McFadden (1978) que afirma que un valor entre 0.2-0.4 representa un ajuste excelente de un modelo de elección discreta. No obstante, los signos esperados son los correctos para las variables excepto para la edad donde se esperaba que a mayor edad existe una mayor conciencia sobre la necesidad de una mejor calidad del agua. El procedimiento de cálculo de la disponibilidad a pagar se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Estimación de la disponibilidad a pagar por mejor calidad agua.

	Variable	Parámetro	Valor	Media	Producto
	(a)	(b)	(c)	(d)	(c)*(d)
1	Intercepto	α_0	0.3		0.3
2	Gen	α_1	0.2299	0.5208	0.1197
3	Edad	α_2	-0.029	44.8125	-1.2996
4	Nivest	α_2	0.4013	3.2639	1.3098
5	Intfam	α_2	0.0609	4.2153	0.2567
6	Mondap	β	0.00378		
7				$\alpha = \sum \alpha_i$	0.68669

Elaborado con base a Haab y McConnell (2002).

Finalmente, y de acuerdo con el procedimiento de Haab y McConnell (2002) la disponibilidad a pagar, en este caso por una mayor calidad del agua potable que provee el SAPAL en el área metropolitana de la Ciudad de León, Guanajuato, se obtiene como sigue: $DAP = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{0.68669}{0.00378} = 181.7 \approx \182.00 . Este monto monetario de \$182.00 es de una periodicidad mensual. De esta manera, la DAP a pagar por año por hogar del área metropolitana de la Ciudad de León, Guanajuato, es de \$2 180.00.

Valoración económica de la calidad del agua

Si se utilizará el número de tomas de agua que reporta SAPAL (2021) para realizar la valoración económica para que la institución responsable de prestar el servicio público de agua potable en León, Guanajuato, obtenga recursos para poder realizar mejoras en infraestructura y todas las obras e incorporación de tecnologías necesarias para proveer el agua potable con una mejor calidad la cantidad obtenida por tipo de tomas de agua potable se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Valoración económica de la calidad del agua de León, Guanajuato.

Tomas de agua	Número	DAP anual (\$)	Valoración económica (\$)
Domesticas	449 319	2 180	979 515 420
Comerciales	22 753	2 180	49 601 540
Industriales	2 611	2 180	5 691 980
Beneficencia	1 390	No aplica	No aplica
Total	476 073		1 034 808 940

Como se observa en el cuadro, si la valoración se realiza considerando las tomas de agua potable que reporta el SAPAL (2021) el monto obtenido por la disponibilidad a pagar por una mejor calidad del agua potable es de \$1 034 millones de pesos. Este monto de recursos es alto por lo que el SAPAL tendría los recursos necesarios para garantizar una mejora en la calidad del agua potable distribuida para consumo de la población del área metropolitana de la Ciudad de León, Guanajuato. No obstante, aún si los usuarios del agua potable pagaran una sola vez al año un monto de \$182.00 el monto obtenido por el SAPAL sería de 86 millones de pesos, lo cual también le permitiría la realización de obras de infraestructura para mejorar la calidad del agua potable al SAPAL.

Al comparar los resultados de la investigación con los de otros trabajos que también han realizado valoraciones económicas utilizando la valoración contingente en el Cuadro 6 se muestran sus principales resultados.

Cuadro 6. Ejemplos de valoración económica de utilizando preferencias declaradas.

Autor	Sitio	Temática	Disponibilidad para pagar anual (\$)	Valoración económica (\$)
Estudio	Zona metropolitana León, Guanajuato	Mejor calidad de agua potable	2 180	1 034 808 940
Hernández <i>et al.</i> (2021)	León, Guanajuato	Reducción de la contaminación del aire	131.2	60 408 083
Vásquez <i>et al.</i> (2009)	Parral, Chihuahua	Agua potable segura las 24 h ¹	101.8	No disponible
Avilés <i>et al.</i> (2010)	La Paz, Baja California Sur	Valoración del acuífero de la Paz, BCS y uso de agua municipal	132.76	7 591 350

¹= la disponibilidad a pagar en Vásquez (2009) corresponde a un promedio de las medianas de ocho casos con distintos formatos de pregunta y supuestos estadísticos como económicos.

Vásquez *et al.* (2009) en un estudio sobre la disponibilidad a pagar por disponer de agua potable segura para el consumo en la población del Parral, Chihuahua, realizando varios escenarios, encontraron una disponibilidad a pagar promedio de \$101.80 adicionales sobre el monto de pago del recibo de pago por el servicio de agua potable del grifo ordinario. En dicho estudio no se hace una expansión considerando a las tomas de agua o a la población del municipio de Parral, por ejemplo, por lo que no se dispone de un monto global de la valoración económica. En el caso de Avilés *et al.* (2010) al realizar la valoración económica del uso de agua municipal que es obtenida del acuífero de la Paz, Baja California Sur, obtiene una disposición a pagar por cada hogar de \$132.76.

Otras comparaciones permiten identificar que con el uso de CV la valoración del agua, arrojaron un espectro de valores estimados expresados en dólares norteamericanos en una serie de estudios recopilados, con un mínimo de \$0.008 m³, un máximo de \$2.88 m³ y una media de \$0.594 m³ (Aylward *et al.*, 2010), todos ellos por debajo de los precios de mercado que contienen por lo general subsidios de diferente naturaleza.

Conclusiones

En la presente investigación se ha realizado la valoración económica de la disponibilidad a pagar por una mejora en la calidad del agua potable proveniente del acuífero del Valle de León y que es distribuida a los hogares de la Ciudad de León y su zona metropolitana por el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (SAPAL) de León, Guanajuato. Utilizando un modelo de utilidad aleatoria lineal, operacionalizado a través del modelo de regresión logística el cual es alimentado con datos de cuestionarios aplicados a una muestra de usuarios del servicio de agua potable, se ha estimado que la disponibilidad a pagar por la mejora de la calidad del agua potable fue de \$182 mensuales lo que arroja una valoración económica de 1 034 millones de pesos anuales.

El vehículo de cobro de dicha cifra pudiera realizarse como un monto adicional en el recibo de cobro por servicio de agua potable. Al comparar dicha cifra con otros estudios se encuentra que la cantidad de la disposición es alta. No obstante, la problemática del agua en cuanto a cantidad suministrada en suficiencia y calidad en el Valle de León es muy fuerte en el acuífero del Valle de León, por ejemplo, el agua se extrae de pozos a más de 100 m de profundidad y llega a estar contaminada con minerales y metales pesados.

Por lo tanto, una cifra alta de la disponibilidad a pagar puede ser reflejo de que los hogares de León, Guanajuato, están conscientes de dicha problemática tanto a corto como largo plazo, lo que se manifiesta en una disposición a pagar una cantidad monetaria alta, al menos para el porcentaje de usuarios que respondió afirmativamente en la encuesta (65.3%). La valoración económica estimada corresponde al excedente del consumidor de los hogares consumidores del agua potable de León, Guanajuato y es la base sobre la cual deben tomarse decisiones de política acerca de los costos de construcción y desarrollo de infraestructura, medidas de mantenimiento y mejora de la existente, así como la incorporación de tecnologías que permitan incrementar la calidad del agua entregada para consumo humano a los hogares de León, Guanajuato.

Literatura citada

- Avilés, P. G.; Huato, S. L.; Troyo, D. E.; Murillo, A. B.; García, H. J. L. y Beltrán, M. L. F. 2010. Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de La Paz, B. C. S. Una valoración contingente del uso de agua municipal. *Frontera Norte*. 22(43):103-127. <http://www.scielo.org.mx/pdf/fn/v22n43/v22n43a5.pdf>.
- Aylward, B.; Seely, H.; Hartwell, R. and Dengel, J. 2010. The economic value of water for agricultural, domestic and industrial uses: a global compilation of economic studies and market prices. *Ecosystem Economics*. Prepared for FAO. https://cbwtp.org/assets/resources/FAO_Water_Values.pdf.
- Cho, Y.; Easter, W.; McCann, M. J. L. and Homans, F. 2005 Are rural residents willing to pay enough to improve drinking water quality? *J. Am. Water Res. Assoc.* 41(3):729-740.
- CONAGUA. 2018. Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del agua en México. <http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM-2018.pdf>.
- CONAGUA. 2020. Comisión Nacional del Agua. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de León, estado de Guanajuato. <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos-Acuiferos-18/guanajuato/DR-1113.pdf>.
- Fischel, W. A. 1995. The offer/ask disparity and just compensation for takings: a constitutional choice perspective. *International Review of Law and Economics*. 9(15):115-128.
- Haab, T. C. and McConnell, K. E. 2002. Valuing environmental and natural resources. The econometrics of non-market valuation. Edward Elgar. Northampton, MA, USA. 343 p.
- Hardin, J. W. and Hilbe, J. M. 2018. Generalized linear models and extensions. 4th (Ed.). Stata Press. 789 p.
- Hernández, G. J. y Tagle, Z. D. 2021. Percepciones sociales del proceso de municipalización del agua potable en comunidades periurbanas de León, Guanajuato. *Región y Sociedad*. 32(1):1-25.
- Hernández, V. M. S.; Valdivia, A. R. y Hernández, O. J. 2019. Valoración de servicios ambientales y recreativos del Bosque San Juan de Aragón, Ciudad de México. *Rev. Mex. Cienc. For.* <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i54.557>.
- Hite, D.; Hudson, D. and Intarapapong, W. 2002. Willingness to pay for water quality improvements: the case of precision application technology. *J. Agric. Res. Econ.* 27(2):433-449.
- INEGI. 1991. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática. Guanajuato. Datos por localidad, integración territorial. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. <http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod.serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1290/702825415938/702825415938-1.pdf>.
- INEGI. 2021. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Principales resultados del censo de población y vivienda 2020. https://implan.gob.mx/pdf/sistema/censo/resultados_censo_2020.leon.pdf.
- Johansson, P. O. and Kristrom, B. 2012. The economics of evaluating water projects. Hydroelectricity versus other uses. Springer. New York, NY, USA. 144 p.

- Khan, H. A. 2018. Globalization and the challenges of public administration. Governance, human resources management, leadership, ethics, e-governance and sustainability in the 21st century. Palgrave mcmillan. Cham, Switzerland. 216 p.
- López-Ramírez, M. E. y Ochoa-García, H. 2012. Geopolítica del agua en la zona metropolitana de Guadalajara: historia y situación actual del espacio vital. *En*: Ochoa-García, H. & Bürkner, H.J. (coord.) Gobernanza y gestión del agua en el Occidente de México: la metrópoli de Guadalajara. Guadalajara: ITESO. <http://hdl.handle.net/11117/453>.
- McFadden, D. 1978. Quantitative methods for analyzing travel behavior of individuals: some recent developments. *In*: Hensher, D. A. and Stopher, P. R. (Ed.). Behavioral travel modelling. 279-318 pp.
- Mitchell, R. C. and Carson, R. T. 1989. Using surveys to value public goods: the contingent valuation method. Washington, DC. USA. 484 p.
- Monroy, H. R.; Valdivia, A. R.; Sandoval, V. M. y Rubiños, P. J. E. 2011. Valoración económica del servicio ambiental hidrológico en una reserva de la biosfera. *Terra Latinoam.* 29(3):315-323.
- Navrud, S. and Strand, J. 2018. Valuing global ecosystem services: what do European experts say? Applying the delphy method to contingent valuation of the amazon rainforest. *Environ. Res. Econom.* 70(1):249-269.
- IPEGEG. Instituto de Planeación, Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato. 2021. Programa estatal de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico territorial del estado de Guanajuato 2040. <https://iplaneg.guanajuato.gob.mx/wp-content/uploads/2019/08/Peduoet-compreto.pdf>.
- Roy, M. and Chkraborty, S. 2014 Developing a sustainable water resource management strategy for a fluoride -affected area: a contingent valuation approach. *Clean Technol. Environ. Policy.* 16:341-349. <https://doi.org/10.1007/s10098-013-0624-4>.
- SAPAL. 2021. Sistema de agua potable y alcantarillado de León. Visión estratégica. <https://agua.guanajuato.gob.mx/culturadelagua/leon.php>.
- Scott, Ch. A. and Banister, J. M. 2008. The dilemma of water management 'regionalization' in Mexico under centralized resource allocation. *Water Res. Develop.* 24(1):61-74.
- Silva, R. S. M. J. A.; Trujillo, F. M. M. and Lambarry, V, F. 2018. Drinking water management description in Mexico. *Manag. Environ. Qual. Int. J.* 29(5):922-937.
- Tecpan, S. S. E.; Valdivia, A. R.; Sandoval, R. F.; Cuevas, A. C. M.; Hernández, O. J. y Hernández, A. A. 2016. Valoración económica del cerro del Tezcutzingo 'baños de Netzahualcóyotl', Texcoco. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 7(6):1413-1422.
- Tudela, M. J. W.; Martínez, D. M. A.; Valdivia, A. R.; Portillo, V. M. y Romo, L. J. J. 2009. Modelos de elección discreta en la valoración económica de áreas naturales protegidas. *Rev. Mex. Econ. Agríc. Rec. Nat.* 2(3):7-29.
- Valdivia, A. R.; Hernández, O. J.; Monroy, H. R.; Rubiños, P. J. E.; Reyes, R. M. y Amaya, P. D. 2011. Valoración económica del agua en el sector industrial. *Terra Latinoam.* 29(4):459-466.
- Vásquez, W. F.; Mozumder, P.; Hernández, A. J. and Berrens, R. 2009. Willingness to pay for safe drinking water: evidence from Parral, Mexico. *J. Environ. Manag.* 40-466.
- Young, R. A. and Loomis, J. B. 2014. Determining the economic value of water. Taylor & Francis. New York, NY. 358 p.